# Chemische Briefe

von

Justus von Liebig.



Wohlfeile Ausgabe.

Leipzig und Heidelberg.
C. F. Winter'sche Verlagshandlung.
1865.

Seiner Majestät

# Maximilian II.

König von Bayern.

Dem Kreise von Männern der Kunst und Wissenschaft, welchen Ew. Majestät im verflossenen Winter um Sich versammelten, um in Vorträgen und lebendiger Wechselrede ein Bild der Geistesbewegung der Zeit zu erhalten, verdanke ich großentheils die Anregung zu dem Neuen, was diese vierte Auflage der Chemischen Briefe enthält.

Wenn ich daher Ew. Majestät, welche dem praktischen Leben und dessen Wohlfahrt, wie der Wissenschaft und ihren Fortschritten gleich liebevolle und erfolgreiche Theilnahme schenken, in tiefster Ehrfurcht dieses Werk zu widmen wage, welches die Verbindung beider und ihr

gedeihliches Zusammenwirken vermitteln soll, so geschieht es in dankbarer Erinnerung an den wirksamen und thätigen Antheil, den Ew. Majestät Selbst an meinen Arbeiten zu nehmen geruht haben.

Ew. Majestät

unterthänigster Diener

Justus von Liebig.

München, den 1. December 1858.

# Vorrede zur ersten Auflage.

Ohne die verborgenen Fäden zu kennen, an welche sich die dem Leben und der Wissenschaft zugewachsenen Erwerbungen knüpfen, dürfte es auch dem aufmerksamsten Beobachter nicht gelingen, zum Verständniß der gegenwärtigen Zeit in ihrer materiellen und intellectuellen Gestaltung zu gelangen. Dem gebildeten Menschen ist diese Kenntniß ein Bedürfniß, in so fern sie die erste und wichtigste Bedingung der Entwickelung und Vervollkommnung seines geistigen Lebens in sich schließt; für ihn ist das Bewußtwerden der Ursachen und Kräfte, die so vielen und reichen Erfolgen zu Grunde liegen, an sich schon Gewinn, weil durch das Geschehene das Bestehende erst klar und das Auge für das Zukünftige empfänglich gemacht wird. Mit ihrer Bekanntschaft nimmt er an der Bewegung Theil, es verliert sich durch sie das anscheinend Zufällige und Räthselhafte der gewonnenen Resultate von selbst, und in dem natürlichsten, nothwendigsten Zusammenhange erscheinen ihm die neuen und gesteigerten Geistesrichtungen der Zeit. Indem er Besitz von den ihm gebotenen geistigen Gütern nimmt, erwächst ihm der Vortheil, sie nach seinem Willen und Vermögen zu seinem Nutzen zu verwenden, zur Vermehrung dieser Reichthümer beitragen, ihre Segnungen zu verbreiten und fruchtbringend für Andere zu machen.

Von diesem Gesichtspunkte aus sind die chemischen Briefe verfaßt; sie haben den Zweck, die Aufmerksamkeit der gebildeten Welt auf den Zustand und die Bedeutung der Chemie, auf die Aufgaben, mit deren Lösung sich die Chemiker beschäftigen, und den Antheil zu lenken, den diese Wissenschaft an den Fortschritten der Industrie, Mechanik, Physik, Agricultur und Physiologie genommen hat.

Diese Briefe sind, im Sinne des Wortes, für die gebildete Welt geschrieben, welche vor der Erörterung der wichtigsten und schwierigsten Fragen in der Wissenschaft, in so fern sie einflußreich für den weiteren Fortschritt und die Anwendungen sind, nicht zurückzuschrecken gewohnt ist, für eine Classe von Lesern, die an einer sogenannten populären Form der Darstellung, womit man gewöhnlich das Herabziehen in das Gemeine und das platte Verständlichmachen bezeichnet, kein Gefallen finden kann. Die Naturforschung hat das Eigene, daß alle ihre Resultate dem gesunden Menschenverstande des Laien eben so klar, einleuchtend und verständlich sind, wie dem Gelehrten, daß der Letztere vor dem Andern nichts voraus hat, als die Kenntniß der Mittel und Wege, durch welche sie erworben wurden; diese sind aber für die nützlichen Anwendungen in den meisten Fällen völlig gleichgültig.

Die von mir in der Darstellung gewälte Form bedarf, wie ich glaube, keiner weiteren Entschuldigung; ich glaube sie mir selbst und der Zeitschrift schuldig zu sein, in welcher diese Briefe zuerst erschienen sind.

Jeder, der mit einiger Aufmerksamkeit sich über die deutschen Zustände unterrichtet, muß erkennen, daß die in Augsburg erscheinende Allgemeine Zeitung durch ihre Verbreitung, durch den Umfang und die Mannichfaltigkeit ihrer Richtungen, durch die Tiefe und Gründlichkeit ihrer Mittheilungen aus allen Fächern des Wissens, so wie durch den richtigen Geschmack und den feinen Gefühlssinn der Männer, denen ihre Leitung anvertraut ist, für die Bedürfnisse der Gegenwart, zu einem Organ der Culturgeschichte in politischen, socialen und wissenschaftlichen Beziehungen sich erhoben hat, und es erklärt sich hieraus von selbst, warum ich einer wiederholten dringenden Aufforderung des Besitzers dieser Zeitung gerne entsprach und den Versuch unternahm, der Chemie in einem weiteren Kreise der Gesellschaft Zutritt zu verschaffen.

Gießen, im Juli 1844.

## Vorrede zur dritten Auflage.

Die Bearbeitung einer neuen Auflage meiner chemischen Briefe veranlaßt mich, einige Briefe über den Ursprung und die Entwickelung der Chemie hinzuzufügen; ich habe für diesen Zweck vorzüglich das treffliche Werk von H. Kopp „Geschichte der Chemie, 4 Bände. Braunschweig 1843", die „Geschichte der Medicin" von Kurt Sprengel und Dr. Carriere's Werk „die philosophische Weltanschauung der Reformationszeit. Stuttgart 1847", benutzt. Für den zwanzigsten Brief hat mir das Werk des Herrn Chevreul: Considérations générales sur l'analyse organique. Paris, 1824, wesentliche Dienste geleistet. Im Ganzen enthält die neue Auflage sieben Briefe mehr, wie die früheren, und ihr Umfang ist dadurch auf das Doppelte gestiegen. Die Briefe sieben- und achtundzwanzig enthalten die Umrisse meiner in den letzten sechs Jahren fortgesetzten Untersuchungen in dem Gebiete der Thierchemie und Physiologie. Die angeführten Analysen sind, bis auf wenige, unter meinen Augen durch einige geschickte junge Chemiker, die Herren Dr. Verdeil aus Lausanne, Porter, Dr. Breed und Johnson aus Newyork, Zedeler aus Kopenhagen, Lehmann aus Dresden, Dr. Keller aus Würzburg, Dr. Griepenkerl, jetzt Professor in Göttingen, Dr. Stölzel in Heidelberg, Stammer aus Luxemberg, Dr. Henneberg, Buchner und Kekulé aus Darmstadt, H. Arzbächer, und meine beiden Assistenten Dr. Strecker und Dr. Fleitmann ausgeführt worden, denen ich hiermit meinen Dank für die mir geleistete Hülfe ausdrücke.

**Der Verfasser.**

# Vorwort zur vierten Auflage.

Außer manchen Erweiterungen einzelner chemischer Briefe habe ich in dieser neuen Auflage eine Anzahl von Vorträgen von allgemein wissenschaftlichem Interesse über das Studium der Naturwissenschaften (2. Brief), über den Kräftewechsel in der unorganischen Natur (13. Brief), über den Eigenschaftswechsel der Körper (15. Brief), über den Materialismus (23. Brief), über die Selbstverbrennung (24. Brief) dafür bearbeitet und eine Reihe agriculturchemischer Briefe hinzugefügt (37. bis 50. Brief), über die ich einige erläuternde Bemerkungen voranschicken muß.

Die seit Ende des vorigen Jahrhunderts in der Landwirthschaft gemachten großen Fortschritte bewegten sich im Wesentlichen um Verbesserungen in der Praxis, womit ich den technischen Betrieb bezeichnen will; die erfolgreichen Leistungen Thaer's und anderer ausgezeichneter Männer sind in dieser Richtung längst anerkannt. Durch die Errichtung von Lehranstalten, durch welche die erworbenen Erfahrungen und die besten in England und Belgien üblichen Culturmethoden in den weitesten Kreisen verbreitet wurden, haben sich erleuchtete Fürsten, vor Allem der hochsinnige Gründer Hohenheims, unsterbliche Verdienste um die deutsche Landwirthschaft erworben. Die neue und höhere Entwickelungsstufe in der Gegenwart ist dadurch angebahnt worden. Der wirksamen Anwendung wissenschaftlicher Grundsätze in allen technischen Gewerben und im Besonderen in der Landwirthschaft geht naturgesetzlich die Vervollkommnung in der Technik voraus; so lange der Techniker noch durch Regelung und Verbesserungen in dem Betriebe seines Geschäftes Vortheile erzielen kann, beschäftigt er sich mit nichts

Anderm, allein durch Verbesserungen in der Technik oder der Bewirthschaftung erreicht man nicht Alles, der Betrieb an sich giebt ihm keine Einsicht in sein Thun, so wenig wie einen zuverlässigen Maßstab für den Werth seiner Erfahrungen; er will zuletzt sich durch das Herkömmliche nicht mehr beherrschen lassen. Alles dies soll ihm die Wissenschaft verleihen.

Wie dies beim Uebergange in ein neues Stadium stets geschieht, ist in den letzten Jahren ein Widerstreit der Technik mit der Wissenschaft geführt worden; die erstere konnte mit den ungewohnten Hülfsmitteln, welche die andere bot, nicht zurecht kommen, und der Widerstreit ist leicht erklärlich.

Wenn in der That ein Mann aus den gebildeten Kreisen, welcher nicht Landwirth ist, die in den verflossenen Jahren erschienenen landwirthschaftlichen Werke und Zeitschriften durchgeht, so wird er die Wahrnehmung machen, daß die überwiegende Mehrzahl der landwirthschaftlichen Schriftsteller darüber vollkommen einig ist, daß die Ansichten, die ich in der Landwirthschaft vertrete, keine praktische Bedeutung haben und zum Theil als widerlegt angesehen werden müssen. Die Erfahrung sei älter als die Wissenschaft, sie habe den praktischen Mann längst belehrt, was ihm Noth thue, und der Erfolg zeige, daß sein Betrieb den Verhältnissen angemessen und der beste sei; seine hohen und steigenden Erträge seien unwiderlegbare Beweise für die Ansichten, die ihn leiteten.

Diese Aeußerungen und Urtheile sind nicht allgemein gültig, allein sie haben ihre Berechtigung. Die landwirthschaftliche Literatur, in welcher sich diese Meinungen bewegen, ist nämlich im wesentlichen nur für die Classe der wohlhabenden Landwirthe vorhanden, welche die landwirthschaftlichen Handbücher und Zeitschriften kaufen und halten können, und es ist einleuchtend, daß sich die Bedürfnisse, die Wünsche und die Praxis dieser Landwirthe in der Literatur abspiegelt, welche ihnen ihr Bestehen verdankt. Es kann dies naturgemäß nicht anders sein. Ein solcher Landwirth ist in der Regel Fleisch- und Kornerzeuger, meistens reich an Gut und Geld; seine Felder umfassen Ackerland und Wiesen; sein Viehstand ist beträchtlich; er erzeugt reichlich Stalldünger und er wendet denselben nicht

sparsam an; er hat eine Oelmühle, die ihm in den Oelkuchen, eine Branntweinbrennerei oder Bierbrauerei, die ihm in den Rückständen nach der Verfütterung werthvolle Beidünger liefert; wenn er Mangel an Dünger hat, so besitzt er dagegen Geld, mit welchem er Guano, Chilisalpeter, Knochenmehl und Repskuchenmehl ankauft; sein Wissen besteht in der Bekanntschaft mit dem Werthe des Stalldüngers und der genannten Beidünger, die er sehr richtig schätzt und anwendet; sein Verwalter oder Baumeister überwacht die ein für allemal geregelte Fruchtfolge und die Düngungszeit, ohne hierzu wissenschaftlicher Lehren zu bedürfen; es sind für ihn, so sagt dieser, andere Verhältnisse maßgebend, die ihm genug zu schaffen machen.

Der reiche Gutsbesitzer ist ein gebildeter Mann, welcher noch gewisse geistige Bedürfnisse hat. Die landwirthschaftliche Literatur füllt diese Lücke aus; der landwirthschaftliche Schriftsteller belegt mit theoretischen Gründen die Trefflichkeit des empirischen Verfahrens, er befestigt die Ansichten des praktischen Mannes und giebt ihnen die wissenschaftliche Rundung. Wenn auch die Erklärungen zuweilen ganz unbestreitbaren Wahrheiten widersprechen, so haben sie dagegen den Vortheil, daß der Landwirth glaubt, sie seien seinen Erfahrungen entsprechend; um mehr als dessen Zufriedenheit damit, was man die Uebereinstimmung der Praxis mit der Theorie nennt, handelt es sich dabei nicht. In der Korn- und Fleischerzeugung z. B. bleiben die im Stalldünger wirkenden Alkalien auf den Feldern zurück, und im Betriebe nimmt die Menge derselben eher zu als ab; ein Ersatz derselben ist darum nicht nothwendig, oft überflüssig. Was in der Natur des Betriebes liegt, erklärt der Schriftsteller dem praktischen Mann aus der Natur seines Bodens; er sagt ihm, der Ersatz der hinweggenommenen Alkalien sei darum nicht nothwendig, weil sein Boden u n e r s c h ö p f l i c h daran sei; dies ist zwar ein Widerspruch mit allem was die Chemie darüber weiß, allein es ist wohl ganz gleichgültig, ob der Boden erschöpflich ist oder nicht, wenn die Hauptsache, ein weiterer Ersatz von Außen durch Kauf ꝛc., gleichgültig ist.

Der Schriftsteller belehrt den praktischen Mann ferner, warum der Guano und die andern Düngmittel, womit er dem Stalldünger

zu Hülfe kommt, so nützlich für ihn sind; es sei klar, so sagt er, daß alle diese Stoffe in dem Stickstoff einen gemeinschaftlichen Bestandtheil besitzen, und da die Anwendung derselben einen gleichen Erfolg (eine entsprechende Steigerung der Erträge) habe, so sei selbstverständlich, daß die Ursache eine Allen gemeinsame, d. h. bei Allen die gleiche sein müsse; sie belehren ihn, daß er im Korn und Fleisch Stickstoff ausführe und die Erschöpfung des Bodens eine Folge dieser Ausfuhr sei, und daß er naturgesetzlich durch den Ersatz des Stickstoffes den Acker wieder tragbar mache. Es wäre mehr als thöricht, die Thatsache der Wiederherstellung der Fruchtbarkeit der Getreidefelder durch Guano — Knochenmehl — Repskuchenmehl in Zweifel zu ziehen, sie entspricht der Erfahrung des praktischen Mannes, darum hält dieser denn auch die Erklärung für wahr, obwohl sie nur den Schein der Wahrheit für sich hat; er findet sich zufriedengestellt im Glauben, daß sein Betrieb rationell und wissenschaftlich begründet sei, was er in der Wirklichkeit nicht ist.

Praktische Fragen wie die: warum die Nachwirkung der genannten Düngmittel nicht die gleiche und von der des Stalldüngers so verschieden ist, oder warum der Klee auf manchen Feldern nicht mehr gedeiht, oder warum die Erbsen erst in langen Zwischenräumen auf demselben Felde wieder gute Ernten geben, beschäftigen den schriftstellernden Landwirth natürlich nicht; er spricht davon wie von der Natur gegebenen Dingen, die sich nicht ändern lassen, und die der Landwirth in seinem Betriebe zurecht legen müsse. Aber in dem nicht leicht denkbaren Falle, daß die Lösung derselben oder die Beseitigung einer Schwierigkeit dem praktischen Manne, dem er sie aufgebürdet, gelingen sollte, betrachtet er es als seine schönste Aufgabe, ihm durch eine Reihe von chemischen Analysen zu beweisen, wie innig die Theorie sich der Praxis anschließt.

Diese Lehren der schriftstellernden Landwirthe bringen den Landwirthen, für die sie gemacht sind, keinen Schaden; die letzteren erhalten ihre Felder durch Stallmist und durch Ankauf von Guano und den andern Beidüngern dauernd fruchtbar; eine Erschöpfung derselben findet in ihrem einfachen Betriebe nicht statt; was sie an

Korn- und Fleischbestandtheilen dem Felde nehmen, ersetzen sie vollständig und mehr als vollständig wieder.

Obwohl für diese glücklichen Feldbesitzer die wissenschaftliche Lehre eine sehr untergeordnete Rolle in ihrem Betriebe spielt, indem ihr ganzes Wissen in ein paar Recepten besteht, die sich auf ein Kartenblatt schreiben lassen, so sind dennoch für sie die geschätztesten landwirthschaftlichen Hand- und Lehrbücher und die meisten Artikel in den landwirthschaftlichen Zeitschriften verfaßt; für sie werden landwirthschaftliche Bodenkunden und Düngerlehren geschrieben, mit naturwissenschaftlichen Kenntnissen aus der Chemie, Physik, Botanik und Geognosie verziert; für sie die vielen chemischen Analysen von Korn und Stroh, von Heu und Rüben gemacht; sie lesen oder verstehen freilich dies alles nicht, weil in der That kein verständlicher Sinn darin ist, und wissen, daß diese Zahlenreihen sie in ihrem Geschäfte um kein Haar breit fördern, allein sie erfreuen sich doch daran wegen der tiefen wissenschaftlichen Begründung der Landwirthschaft, die sie mit Neigung und Nutzen betreiben.

Eine zweite, zunächst kommende Classe von Landwirthen besitzt Grund und Boden, aber weniger Capital als die erste; ihre Felder geben durch die einfache Bewirthschaftung mit Stalldünger gute Ernten, sie kaufen wenig oder unzureichend Guano oder von den andern Beidüngern, und auf die Lehre der landwirthschaftlichen Schriftsteller von der Unerschöpflichkeit ihrer Felder an den Mineralbestandtheilen vertrauend, die für einen ganz anderen Betrieb berechnet ist, glauben sie, daß die Fruchtbarkeit keine Grenze habe; an den vorräthigen Bedingungen der Fruchtbarkeit ihrer Felder fehle es noch nicht und meinen, es sei dann erst Zeit der Noth zu begegnen, wenn sie an ihre Thüre klopfe.

Auch diese lesen die landwirthschaftlichen Zeitschriften und sind vollkommen mit sich einig, daß die Grundsätze der Wissenschaft auf ihren Betrieb nicht paßten. Sie sind das Echo der Ansichten der Männer der ersten Classe und warme Anhänger der Lehren der landwirthschaftlichen Schriftsteller, obwohl durch ihren Betrieb ihre Felder jedes Jahr dem Ruine näher geführt werden, dem sie unausweichlich durch ihre Bewirthschaftung verfallen müssen.

Der Widerstand, den die wissenschaftliche Lehre bei den Männern der Praxis dieser Classe gefunden hat, beruht theils auf der Unbekanntschaft mit den unverfälschten Grundsätzen derselben, theils auf ihrer unrichtigen Auffassung und Auslegung.

Wenn ich den falschen Urtheilen und dem Widerspruch dieser Männer in rein chemischen Dingen, welche den Boden, den Dünger und die Ernährung der Pflanzen betreffen, mit derjenigen Schärfe entgegengetreten bin, welche die Ueberzeugung eingiebt, so muß man nicht verkennen, daß sie im Streite die Angreifer gewesen sind; ein Angriff ihrer Ansichten von meiner Seite wäre nicht zu entschuldigen gewesen, da sie mit der Unbefangenheit, welche denen eigen ist, die sich über Dinge ein Urtheil zutrauen, die sie nicht verstehen, offen das Geständniß abgelegt haben, daß die Chemie und die Naturwissenschaften ihnen fremde Gebiete sind.

Es sind ohne Ausnahme Männer, welche die Achtung verdienen, die sie in bürgerlichen Verhältnissen genießen, und welche persönlich zu verletzen mir nicht in den Sinn kommen konnte.

Aber wenn sie als Träger und Verbreiter von Lehren auftreten, welche nichts für sich haben, als daß man ein halbes Jahrhundert darnach gewirthschaftet hat, denen alle und jede vernunftgemäße und dem Standpunkt der Chemie und den andern Naturwissenschaften entsprechende Begründung ermangelt, Lehren, die im Verlauf der Zeit die Quellen des Wohlstandes der ackerbautreibenden Bevölkerung zum Versiegen bringen müßten, so würde mir eine jede Rücksicht auf ihre Person und Stellung zur Verdeckung der Schwäche und Haltlosigkeit ihrer Gründe und ihrer völligen Unbekanntschaft mit den Anfangsgründen der Chemie und der Naturwissenschaften, ein Verbrechen an dem Gemeinwohl erscheinen.

Aus Mangel an wahrer Einsicht in ihren eignen Betrieb sind sie in ihrer Verblendung die schlimmsten Feinde der Wissenschaft, deren Ziel sie nicht begreifen.

Es sind in ihren Folgen zu ernste Dinge, um die es sich in der Erörterung wissenschaftlicher Fragen in der Landwirthschaft handelt, und es mag sich jeder vorher prüfen, ob er sie richtig versteht, ehe er das Wort ergreift.

Ein Hauptziel des praktischen Mannes ist wirksame Dünger aufzufinden, durch deren Anwendung unfruchtbare Felder fruchtbar und die Erträge der fruchtbaren verdoppelt werden, aber auf dem empirischen Wege mit verbundenen Augen werden sie nicht oder nur durch Zufall gefunden: der praktische Mann weiß nicht, daß man sich Jahre lang mit kleinen, scheinbar unbedeutenden Dingen abmühen muß, ehe man das Große begreift.

Der Weg, auf dem die Wissenschaft wirksame Dünger sucht, ist ein anderer, viel mühsamerer aber sicherer; dieser Weg ist doppelt schwierig, weil der Mann der Wissenschaft, der ihn einschlägt, nicht nur die irrigen Lehren in dem Gebiete der Praxis zu bekämpfen hat, sondern auch die Irrthümer in seiner eigenen Wissenschaft, die ihn als Kind seiner Zeit beherrschen und seinen Fuß zum Straucheln bringen; allein er weiß, daß die Erkenntniß eines Irrthums an sich ein Sieg und der Pfad zum Lichte dornenvoll und finster ist.

Die herrschende landwirthschaftliche Literatur hat keine Hülfe für die kleinen Gutsbesitzer, den kleinen Bauer, für den, welcher wenig oder kein Capital, kein gutes Ackerland, keine Wiesen, einen unzureichenden Viehstand und darum wenig oder keinen Stalldünger besitzt, und die, welche Handelsgewächse, Tabak, Hopfen, Flachs, Hanf oder Wein bauen, finden in ihr keine Belehrung, keine Einsicht in das Wesen ihres Betriebes, sondern nur unzureichende für gewisse Oertlichkeiten passende Vorschriften.

Die Wissenschaft soll hingegen ein Gemeingut Aller sein, sie soll allen Hülfsbedürftigen und Hülfesuchenden helfen und das geistige Vermögen der Armen und Reichen vermehren, die „reinen Sinnes" die Wahrheit wollen.

Man wird hieraus die Gründe entnehmen, die mich bestimmt haben, eine Reihe von landwirthschaftlichen Briefen in diese neue Ausgabe meiner chemischen Briefe aufzunehmen; ich wünsche die gebildeten Männer der Nation mit den Grundsätzen bekannt zu machen, welche die Chemie in Bezug auf die Ernährung der Pflanzen, auf die Bedingungen der Fruchtbarkeit der Felder und die Ursachen ihrer Erschöpfung ermittelt hat, und wenn ich glücklich genug bin,

die Ueberzeugung von ihrer Wichtigkeit und ihrer hohen national-ökonomischen Bedeutung in einem weiteren Kreise zu verbreiten und zu befestigen, so scheint mir damit eine Aufgabe meines Lebens gelöst; mit ihrem Beistand halte ich den Erfolg für gewiß; ohne ihre Hülfe scheint er mir unmöglich zu sein.

Für diejenigen Landwirthe, welche Gegner der wissenschaftlichen Lehre aus Unbekanntschaft mit derselben sind, ist es zuletzt wichtig, ihre Aufmerksamkeit immer wieder und ohne müde zu werden den Thatsachen zuzulenken, auf welchen die wissenschaftlichen Grundsätze beruhen, denn wenn es gelingt, ihr Nachdenken für die Prüfung derselben zu gewinnen, so sind sie auch für die Lehre gewonnen.

Die in den Naturwissenschaften erworbenen Gesetze beherrschen den zukünftigen geistigen und materiellen Fortschritt der Länder und Völker, jeder Einzelne ist an den Fragen betheiligt, die sich an ihre Anwendung knüpfen.

**Der Verfasser.**

## Vorrede zur Volksausgabe.

In der gegenwärtigen Zeit, wo die Ueberzeugung von der Wichtigkeit der Bekanntschaft mit den Naturerscheinungen immer mehr Boden in den Bevölkerungen gewinnt und wo die Anwendung der Naturgesetze auf die Verbesserungen in den Gewerben, der Industrie und Landwirthschaft, so wie zur Befriedigung vieler andern Bedürfnisse des Lebens, beinahe täglich zu den größten und bewundernswürdigsten Erfolgen führt und geführt hat, hat es der Herr Verleger meiner „Chemischen Briefe" für angemessen und nützlich gehalten, dieses Werk in einer Volksausgabe den weitesten Kreisen zugänglich zu machen; ich wünsche aufrichtig, daß es auch in diesen zahlreiche Freunde sich erwerben und dazu beitragen möchte, dem Verständniß der Lehren der Wissenschaft, zum Nutzen für die Praxis, den Weg zu bahnen.

München, den 1. Juli 1865.

**Justus von Liebig.**

# Inhaltsverzeichniß.

# Erster Brief.

In den Schriften der neueren Zeit ist so viel und so häufig von Chemie die Rede, daß eine bestimmtere Andeutung ihres Einflusses auf Gewerbe und Industrie, ihrer Beziehungen zur Agricultur, Physiologie und Medicin, vielleicht keine ganz undankbare Aufgabe genannt werden dürfte.

Möchte es mir in diesem ersten Briefe gelingen, die Ueberzeugung zu befestigen, daß die Chemie als selbstständige Wissenschaft eines der mächtigsten Mittel zu einer höheren Geistescultur darbietet, daß ihr Studium nützlich ist, nicht nur insofern sie die materiellen Interessen der Menschen fördert, sondern weil sie Einsicht gewährt in die Wunder der Schöpfung, welche uns unmittelbar umgeben, an die unser Dasein, Bestehen und unsere Entwickelung auf's engste geknüpft sind.

Die Fragen nach den Ursachen der Naturerscheinungen, nach den Quellen des Lebens der Pflanzen und Thiere, nach dem Ursprung ihrer Nahrung, den Bedingungen ihrer Gesundheit und den Veränderungen in der Natur, der wir durch unseren körperlichen Leib angehören, diese Fragen sind dem menschlichen Geiste so angemessen, daß die Wissenschaften, welche befriedigende Antwort darauf geben, mehr wie alle andern Einfluß auf die Cultur des Geistes ausüben.

Das Studium der Naturwissenschaften als Mittel der Erziehung ist ein Bedürfniß unserer Zeit. Neben der Unterweisung in den Grundsätzen der Moral und Religion, der nächsten und wichtigsten Aufgabe derselben, sollen durch die Erziehung die verschiedenen menschlichen Fähigkeiten, der Individualität entsprechend, entwickelt und geübt werden, es soll der Geist einen gewissen Umfang allgemeiner und nützlicher Kenntnisse gewinnen. Keine unter allen Wissenschaften bietet dem Menschen eine größere Fülle von Gegenständen des Denkens, der Ueberlegung und von frischer sich stets erneuernder Erkenntniß dar als wie die Chemie; keine ist mehr geeignet, das Talent der Beobachtung in der Entdeckung von Aehnlichkeiten und Verschiedenheiten in den Erscheinungen in gleicher Weise zu wecken und die Gesetze des Denkens in ihren strengen Methoden der Beweisführung für die Wahrheit einer Erklärung oder in der Aufsuchung der Ursachen und Wirkungen einer Erscheinung gleich anschaulich und geläufig zu machen. In demselben Grade, als der menschliche Geist an Einsicht zunimmt, die ihm von

irgend einer Seite zufließt, stärken und erheben sich seine Fähigkeiten nach allen andern Richtungen hin; die Erwerbung einer neuen Wahrheit ist ein dem Menschen zugewachsener neuer Sinn, der ihn jetzt befähigt, eine Menge von Erscheinungen wahrzunehmen und zu erkennen, die einem andern unsichtbar und verborgen bleiben, wie sie es früher ihm selbst waren.

Die Chemie führt den Menschen ein in das Reich der stillen Kräfte, durch deren Macht alles Entstehen und Vergehen auf der Erde bedingt ist, auf deren Wirkung die Hervorbringung der wichtigsten Bedürfnisse des Lebens und des Staatskörpers beruht; als Theil der Wissenschaft der Naturforschung ist sie auf's engste verwandt mit der Physik und diese letztere steht in genauer Verbindung mit Astronomie und Mathematik. Die Grundlage eines jeden Zweiges der Naturwissenschaft ist die einfache Naturbeobachtung; nur ganz allmälig haben sich die Erfahrungen zur Wissenschaft gestaltet.

Der Ortswechsel der Gestirne, der Wechsel von Tag und Nacht, der Jahreszeiten haben zur Astronomie geführt.

Mit der Astronomie enstand die Physik, bei einem gewissen Grad ihrer Ausbildung zeugte sie die wissenschaftliche Chemie, aus der organischen Chemie werden sich die Gesetze des Lebens, es wird sich die Physiologie entwickeln.

Die Quelle aller Wissenschaft ist die Erfahrung; man hat die Dauer des Jahres bestimmt, den Wechsel der Jahreszeiten erklärt, Mondfinsternisse berechnet, ohne die Gesetze der Schwere zu kennen; man hat Mühlen gebaut und Pumpen gehabt und den Druck der Luft nicht gekannt; man hat Glas und Porzellan gemacht, man hat gefärbt und Metalle geschieden, Alles durch bloße Experimentirkunst, ohne also durch richtige wissenschaftliche Grundsätze geleitet zu sein. So ist die Geometrie in ihrer Grundlage eine Erfahrungswissenschaft, die meisten Lehrsätze derselben waren durch Erfahrung gefunden, ehe ihre Wahrheit durch Vernunftschlüsse bewiesen wurde. Daß das Quadrat der Hypothenuse gleich sei dem Quadrate der beiden Katheten, war eine Erfahrung, eine Entdeckung; würde sonst der Entdecker, als er den Beweis fand, eine Hekatombe geopfert haben?

Wie ganz anders stellen sich jetzt aber die Entdeckungen des Naturforschers dar, seitdem der geistige Hauch einer wahren Philosophie ihn dahin geführt hat, die Erscheinungen zu studiren, um zu Schlüssen auf ihre Ursachen und Gesetze zu gelangen.

Von einem einzelnen erhabenen Genius, von Newton, ist mehr Licht ausgegangen, als ein Jahrtausend vor ihm hervorzubringen vermochte. Die richtige Ansicht von der Bewegung der Himmelskörper, des Falls der Körper, ist die Mutter von zahllosen andern Entdeckungen geworden; die Schifffahrt, der Handel, die Industrie, jeder einzelne Mensch zieht, so lange Menschen existiren, geistige und materielle Vortheile aus seinen Entdeckungen.

Ohne die Geschichte der Physik zu Rathe zu ziehen, ist es unmöglich, sich eine Vorstellung von dem Einfluß zu machen, den die

Naturforschung auf die Cultur des Geistes ausgeübt hat. In unseren Schulen prägen sich den Kindern Wahrheiten ein, deren Eroberung unermeßliche Arbeiten, unsägliche Anstrengungen gekostet hat. Sie lächeln, wenn wir ihnen erzählen, wie der italienische Naturforscher eine lange, ausführliche Abhandlung darüber schrieb, daß der Schnee auf dem Aetna aus der nämlichen Substanz bestehe, wie der Schnee der Schweizeralpen, daß er eine Menge Beweise häufte, um darzuthun, daß beide beim Schmelzen Wasser von gleichen Eigenschaften und gleicher Beschaffenheit geben; und doch war dieser Schluß nicht so handgreiflich, denn wie sehr ist die Temperatur Siciliens von der in der Schweiz verschieden. Niemand hatte damals eine Vorstellung über die Verbreitung der Wärme auf der Oberfläche der Erde; und wenn ein Knabe ein gefülltes Glas mit einem losen Stücke Papier verschließt und umkehrt, ohne daß ein Tropfen Flüssigkeit herausläuft, so setzt er nur ein zweites Kind damit in Erstaunen, und doch ist es der nämliche Versuch, der den Namen Torricelli unsterblich macht; es ist eine Variation des Versuches, mit welchem der Magdeburger Bürgermeister in Regensburg Kaiser und Reich in sprachlose Verwunderung setzte. Unsere Kinder haben von der Natur und von Naturerscheinungen richtigere Begriffe und Vorstellungen, wie Plato; sie dürften zu spotten sich vermessen über die Irrthümer, welche Plinius beging.

Durch Geschichte, Philosophie und die classischen Studien erwerben wir uns Kenntniß der intellectuellen Welt, der Gesetze des Forschens und Denkens, der geistigen Natur des Menschen. Indem wir in den Seelen der großen und guten Menschen aller Zeiten lesen, lernen wir aus den Erfahrungen vergangener Jahrhunderte, wie die Leidenschaften zu mildern und zu regieren, wie das Herz zu sänftigen; sie führen uns zum Verständniß des Menschen der gegenwärtigen Zeit, dessen moralische Natur ewig dieselbe bleibt; sie lehren uns die Grundsätze der Religion, der Wahrheit, des Rechtes in die schönste Form zu kleiden und um so tieferen Eindruck auf die Gemüther Anderer zu machen. Aber die Geschichte und Philosophie konnten nicht hindern, daß man Menschen als Zauberer verbrannte; und da sich der große Keppler nach Tübingen begab, um seine Mutter vom Feuertode zu retten, konnte er nur beweisen, daß ihr die wahren Erfordernisse zu einer Hexe völlig abgingen.

Wie ein Samenkorn von einer gereiften Frucht, trennte sich vor siebzig Jahren die Chemie als selbstständige Wissenschaft von der Physik; mit Black, Cavendish, Priestley fängt ihre neue Zeitrechnung an. Die Medicin, die Pharmacie, die Technik hatten den Boden vorbereitet, auf welchem das Samenkorn sich entwickeln, auf welchem es gedeihen sollte.

Ihre Grundlage ist, wie man weiß, eine dem Anschein nach sehr einfache Ansicht über die Verbrennung. Wir wissen jetzt, was sich daraus entwickelt, welche Wohlthaten, welchen Segen sie verbreitet hat. Seit der Entdeckung des Sauerstoffs hat die civilisirte Welt eine Umwälzung in Sitten und Gewohnheiten erfahren. Die Kenntniß der

Zusammensetzung der Atmosphäre, der festen Erdrinde, des Wassers, ihr Einfluß auf das Leben der Pflanzen und Thiere, knüpften sich an diese Entdeckung. Der vortheilhafte Betrieb zahlloser Fabriken und Gewerbe, die Gewinnung von Metallen steht damit in der engsten Verbindung. Man kann sagen, daß der materielle Wohlstand der Staaten um das Mehrfache dadurch seit dieser Zeit erhöht worden ist, daß das Vermögen eines jeden Einzelnen damit zugenommen hat.

Eine jede einzelne Entdeckung in der Chemie hat ähnliche Wirkungen in ihrem Gefolge, eine jede Anwendung ihrer Gesetze ist fähig, nach irgend einer Richtung hin dem Staate Nutzen zu bringen, seine Kraft, seine Wohlfahrt zu erhöhen.

In vielen Beziehungen besitzt die Chemie Aehnlichkeit mit der Mathematik; so wie diese letztere uns lehrt, Felder zu vermessen, Häuser zu bauen, Lasten zu heben, ist sie, wie die Rechenkunst, ein Instrument, dessen geschickte Handhabung augenfälligen Nutzen bringt. Auf der andern Seite befähigt die Mathematik den Menschen, richtige Vernunftschlüsse nach bestimmten Regeln zu ziehen; sie lehrt ihn eine eigenthümliche Sprache kennen, die ihm erlaubt, eine Reihe von Folgerungen auf eine außerordentlich einfache Art in Linien und Zeichen auszudrücken, die Jedem verständlich sind, der diese Sprache kennt; sie lehrt ihn durch gewisse Operationen, die mit diesen Linien und Zeichen vorgenommen werden, Wahrheiten aufzufinden; sie lehrt ihn, klare Einsicht in vorher dunkle und unbekannte Verhältnisse zu gewinnen.

Der Mechaniker, der Physiker, der Astronom benutzen die Mathematik wie ein völlig unentbehrliches Instrument, welches ihnen als Mittel dient, um gewisse Zwecke zu erreichen; sie müssen in seiner Handhabung, in seinem Gebrauche so geübt sein, daß ihre Anwendung zu einer mechanischen Fertigkeit wird, die nur ihr Gedächtniß in Anspruch nimmt; aber das Instrument macht ja das Werk nicht, sondern der menschliche Geist. Sie werden zugeben, daß Ihnen ohne Urtheil, ohne Scharfsinn und Beobachtungsgabe alle mathematischen Kenntnisse nutzlos sind.

Sie können sich einen Menschen denken, der, begünstigt durch ein großes Gedächtniß, sich mit allen Lehrsätzen der Mathematik auf's vollkommenste vertraut gemacht hat, der es zu einer großen Fertigkeit gebracht hat, mit diesem Instrumente umzugehen, ohne daß er im Stande ist, sich selbst eine Aufgabe zu geben. Wenn Sie ihm die Aufgabe, wenn Sie ihm die Bedingungen zur Lösung einer Frage geben, so gelingt es ihm, durch die Vornahme der ihm geläufigen Operationen zu einer Antwort zu gelangen, ausgedrückt in einer Formel, in gewissen Zeichen, deren Sinn ihm durchaus unverständlich ist, weil zur Beurtheilung der Wahrheit dieser Formel ihm wieder andere Bedingungen fehlen. Dies ist ein bloßer Rechner; sobald er aber die Fähigkeit und das Talent besitzt, sich selbst eine Frage zu stellen und die Wahrheit seiner Rechnung zu prüfen, so wird er zum Naturforscher; denn wo sonst sollte die Aufgabe hergenommen sein, wenn nicht aus der Natur oder aus dem Leben?

Sie nennen ihn Mechaniker, oder Astronom, oder mathematischen Physiker, wenn er, von der Beobachtung ausgehend, den Zusammenhang gewisser Erscheinungen zu ermitteln, wenn er die Ursachen aufzufinden weiß, durch die sie hervorgebracht werden, wenn er die Resultate seiner Forschung nicht nur in einer Formel, in der Sprache des Mathematikers auszudrücken vermag, sondern wenn er überdies noch die Fertigkeit besitzt, eine Anwendung davon zu machen; wenn er die Formel also in einer Erscheinung wiedergeben und hierdurch ihre Wahrheit prüfen kann.

Der Astronom, der Physiker, der Mechaniker bedarf demnach zu der Mathematik, die er als Instrument gebraucht, noch der Kunst, Beobachtungen zu machen, die Erscheinungen zu interpretiren; es gehört dazu die Fähigkeit, einen Vernunftschluß in einer Erscheinung, in einer Maschine, durch einen Apparat wiederzugeben, eine Reihe von Schlüssen durch Versuche zu beweisen.

Der Physiker stellt sich die Lösung einer Frage, er will die Bedingungen einer Erscheinung, die Ursachen ihres Wechsels erforschen, und er gelangt, wenn die Frage richtig gestellt und alle Factoren in Rechnung genommen sind, durch Hülfe mathematischer Operationen zu einem einfachen Ausdruck der unbekannten Größe oder des gesuchten Verhältnisses. Dieser Ausdruck erklärt, in Worte übersetzt, den Zusammenhang der beobachteten Erscheinungen, der von ihm angestellten Versuche; er ist wahr, wenn er ihm erlaubt, eine gewisse Reihe von andern Erscheinungen hervorzurufen, welche Folgerungen dieses Ausdrucks sind.

Sie sehen leicht ein, wie die Mathematik mit der Naturforschung zusammenhängt, daß neben der Mathematik ein hoher Grad von Einbildungskraft, Scharfsinn und Beobachtungsgabe dazu gehört, um nützliche Entdeckungen in der Physik, Astronomie oder Mechanik zu machen. Es ist ein ganz gemeiner Irrthum, daß man die Entdeckungen der Mathematik zuschreibt; es geht damit, wie in tausend Dingen, wo man die Wirkung mit der Ursache verwechselt. So schreibt man den Dampfmaschinen zu, was dem Feuer, den Steinkohlen, was dem menschlichen Geiste angehört. Zu Entdeckungen in der Mathematik gehört dieselbe Geisteskraft, derselbe Scharfsinn, das nämliche Denkvermögen wie zur Lösung anderer schwieriger Probleme; in Beziehung auf ihre Anwendungen sind es Vervollkommnungen des Instruments, unzähliger nützlicher Anwendungen fähig, allein die Mathematik macht in der Wissenschaft der Naturforschung, von sich selbst ausgehend, keine Entdeckungen, sie verarbeitet stets nur das Gegebene, das durch die Sinne Beobachtete, den durch den Geist geschaffenen neuen Gedanken.

Der mathematischen Physik gegenüber steht die Experimentalphysik; diese ist es, welche Thatsachen entdeckt, untersucht und dem mathematischen Physiker vorbereitet. Die Aufgabe der Experimentalphysik ist, die Gesetze, die aufgefundenen Wahrheiten durch Erscheinungen auszudrücken, die mathematische Formel durch Versuche zu erläutern und den Sinnen anschaulich zu machen.

Die Chemie verfährt in der Beantwortung ihrer Fragen in derselben Weise, wie die Experimentalphysik. Sie lehrt die Mittel kennen, welche zur Kenntniß der mannichfaltigen Körper führen, woraus die feste Erdrinde besteht, welche Bestandtheile des thierischen und vegetabilischen Organismus bilden.

Wir studiren die Eigenschaften der Körper, die Veränderungen, die sie in Berührung mit andern erleiden. Alle Beobachtungen zusammengenommen bilden eine Sprache; jede Eigenschaft, jede Veränderung, die wir an den Körpern wahrnehmen, ist ein Wort in dieser Sprache.

Die Körper zeigen in ihrem Verhalten gewisse Beziehungen zu andern, sie sind ihnen ähnlich in der Form, in gewissen Eigenschaften, oder weichen darin von ihnen ab. Diese Abweichungen sind eben so mannichfaltig, wie die Worte der reichsten Sprache; in ihrer Bedeutung, in ihren Beziehungen zu unsern Sinnen sind sie nicht minder verschieden.

Der Name eines jeden dieser Körper besitzt für den Chemiker seine besondere Bedeutung; die Namen Schwefel, Jod, Eisen erwecken in ihm nicht nur gewisse Merkmale der Aehnlichkeit oder Verschiedenheit in der äußeren Beschaffenheit, in der Farbe, in der Gestalt, Härte 2c., sondern eine Reihe von verborgenen Eigenthümlichkeiten, welche erst in Berührung mit andern Körpern zum Vorschein kommen.

Die Körper besitzen wie die Menschen gewisse äußere und eine ganze Anzahl verborgene Eigenthümlichkeiten. An der äußeren körperlichen Beschaffenheit erkennen wir die Individuen und unterscheiden sie von einander, aber durch die Sinne oder an körperlichen Merkmalen ist Niemand im Stande, die verborgenen Eigenschaften eines Individuums, ob es sanft oder heftig, freigebig oder habgierig ist, zu errathen oder zu erkennen, weil diese erst im Verkehr mit andern Menschen zum Vorschein kommen. So ist z. B. der Name Luft, atmosphärische Luft, für den Chemiker ein Inbegriff von Eigenschaften; kein sterbliches Auge hat je ein Lufttheilchen gesehen: denn das Sehen setzt gewisse Wirkungen auf das Auge voraus, welche den Lufttheilchen abgehen; aber sie besitzen andere Eigenschaften, welche die Chemie zur Wahrnehmung bringt, und durch diese andern Eigenschaften erkennt der Chemiker nicht blos die Anwesenheit von Lufttheilchen, wo kein anderer Mensch sie erkennen würde: er zeigt auch, daß diese unsichtbare und unfühlbare Materie aus mehreren gleich unsichtbaren Materien zusammengesetzt ist; es gelingt ihm durch die genaue Bekanntschaft mit ihren Eigenthümlichkeiten, sie von einander zu trennen, zu wiegen und ihre Anwesenheit jedem andern Auge erkennbar zu machen; er zeigt Ihnen, daß die Luftart, die in unsern Straßenlaternen brennt, aus fünf oder sechs ganz verschiedenen Luftarten besteht; er zeigt Ihnen in einem Bestandtheil der Atmosphäre, welcher zum Athemprocesse verwendet wird, eine der wichtigsten Bedingungen des thierischen, und in einem Producte des Respirationsprocesses die nächste Bedingung des Pflanzenlebens; er zeigt Ihnen den innigen Zusammenhang der sichtbaren mit der unsichtbaren materiellen Welt, von deren Dasein unsere Voraltern keine Ahnung hatten, und

alles dies dadurch, daß er die Eigenthümlichkeiten dieser Stoffe kennen gelernt hat durch sichtbare oder durch sinnlich wahrnehmbare Erscheinungen, die erst in Gegenwart oder beim Zusammenbringen mit andern Stoffen wahrnehmbar werden, deutlicher wie der Ton einer Saite, die Sie anschlagen, und eben so verständlich wie die schwarzen Linien und Schriftzeichen, womit Sie einem Freunde auf die größten Entfernungen hin Ihre unsichtbaren Gedanken vor Augen bringen.

Die Körper sind verschieden in ihrer Qualität; was ihre Eigenschaften uns sagen, ändert sich, je nachdem sie geordnet sind; wie in jeder andern, haben wir in der eigenthümlichen Sprache, mit der die Körper zu uns reden, Artikel, Fälle, alle Beugungen der Haupt- und Zeitwörter, wir haben eine Menge Synonymen. Dieselben Quantitäten der nämlichen Elemente bringen je nach ihrer Stellung ein Gift, ein Arzneimittel, ein Nahrungsmittel, einen flüchtigen oder einen feuerbeständigen Körper hervor.

Wir kennen die Bedeutung ihrer Eigenschaften, der Worte nämlich, in denen die Natur zu uns spricht, und benutzen das Alphabet, um zu lesen.

Eine Mineralquelle in Savoyen heilt Kröpfe; ich stelle an sie gewisse Fragen, und alle Buchstaben zusammengestellt, sagt sie mir, daß sie Jod enthält.

Ein Mann ist nach dem Genusse einer Speise mit allen Zeichen der Vergiftung gestorben; die Sprache der Erscheinungen, welche dem Chemiker geläufig ist, sagt ihm, der Mann sei an Arsenik oder an Sublimat gestorben.

Der Chemiker bringt ein Mineral durch seine Fragen zum Sprechen; es antwortet ihm, daß es Schwefel, Eisen, Chrom, Kieselerde, Thonerde oder irgend eins der Worte der chemischen Sprache der Erscheinungen, in gewisser Weise geordnet, enthält. *Dies ist die chemische Analyse.*

Die Sprache der Erscheinungen leitet den Chemiker zu Combinationen, aus denen unzählige nützliche Anwendungen sich ergeben: sie führen ihn zu Verbesserungen in Fabriken und Gewerben in der Bereitung von Arzneien, in der Metallurgie. Er hat den Ultramarin entziffert, es handelt sich jetzt darum, das Wort durch eine Erscheinung wiederzugeben, den Ultramarin mit allen seinen Eigenschaften wieder darzustellen.

Die Bekanntschaft mit der Zusammensetzung der Körper befähigt den Chemiker Fragen zu lösen, die man noch vor wenig Jahren für unlösbar gehalten hat.

Ein Feld, auf dem wir eine Anzahl von Jahren hinter einander die nämliche Pflanze cultiviren, wird in drei, ein anderes in sieben, zehn, hundert Jahren unfruchtbar für diese Pflanze; das eine Feld trägt Weizen, keine Bohnen, es trägt Gerste, aber keinen Tabak, ein drittes giebt reichliche Ernten von Rüben, aber keinen Klee!

Die Ermittelung der Zusammensetzung des Bodens und der Asche der Pflanze läßt Sie den Grund erkennen, warum der Acker bei der

Cultur einer und derselben Pflanze, wenn der Boden keinen Dünger empfängt, seine Fruchtbarkeit für dieselbe allmälig verliert, warum die eine Pflanze darauf gedeiht und die andere darauf fehlschlägt. Die Chemie lehrt den Grund der Wirkung des Düngers und die Mittel kennen, durch welche die Fruchtbarkeit des Feldes wieder hergestellt wird. Dies ist die angewandte Chemie.

Die Lösung der Frage, in welchem Verhältniß die organische Form abhängig ist von ihren Bestandtheilen, ist die nächste Aufgabe der Chemie in der Physiologie; sie soll zeigen, welche Veränderungen die Speisen erleiden, wenn sie zu Blut werden, welchen Aenderungen die Blutbestandtheile unterliegen, wenn sie zu Bestandtheilen der Organe werden.

Die Ernährungsfähigkeit einer Speise, die Wirkung eines Arzneimittels, die der Gifte, alle diese Eigenschaften sind an etwas Materielles, an gewisse Elemente gebunden, sie sind die Träger dieser Thätigkeiten. Die vitalen Eigenschaften eines Organes, einer jeder thierischen Flüssigkeit sind abhängig von ihrer Mischung, d. h. von ihrer Zusammensetzung; eine jede Krankheitsursache hat eine Entmischung, eine Aenderung in der Zusammensetzung zur Folge. Die Anwendung von Arzneien bezweckt die Wiederherstellung der ursprünglichen Zusammensetzung, ihre Wirkung hängt ab von ihrer Zusammensetzung. Es ist eine der wichtigsten Aufgaben für die Chemie, auszumitteln, wie und auf welche Weise die arzneilichen, die giftigen Eigenschaften einer Materie abhängig sind von der Natur und dem Verhältniß ihrer Elemente, in welchem Zusammenhang die Wirkung zu den Bestandtheilen steht. Nach den neuesten Entdeckungen bietet der Organismus dem Forscher zwar noch Unbegriffenes genug, aber nichts Unbegreifliches mehr dar.

Kaum ist bis jetzt eine Anforderung der Gewerbe, der Industrie, der Physiologie durch die wissenschaftliche Chemie unbefriedigt geblieben. Eine jede Frage, scharf und bestimmt gestellt, ist bis jetzt gelöst worden; nur wenn der Fragende selbst nicht klar über den Gegenstand war, über den er Erläuterungen begehrte, blieb er ohne Antwort.

Die letzte und höchste Aufgabe der Chemie ist die Erforschung der Ursachen der Naturerscheinungen, ihres Wechsels, so wie der Factoren, welche verschiedenartige Erscheinungen mit einander gemein haben; der Chemiker ermittelt die Gesetze, nach denen die Naturerscheinungen vor sich gehen, und er gelangt zuletzt, indem er alles durch die Sinne Wahrnehmbare und Erkannte zusammenfaßt zu einem geistigen Ausdruck der Erscheinungen, zu einer Theorie.

Um aber in dem mit unbekannten Zeichen geschriebenen Buche lesen zu können, um es zu verstehen, um die Wahrheit einer Theorie klar einzusehen und die Erscheinungen, worauf sie gestützt, und die Kräfte, durch die sie hervorgebracht sind, unserm Willen unterthan zu machen, muß man nothwendig erst das Alphabet kennen lernen, man muß sich mit dem Gebrauch dieser Zeichen bekannt machen, man muß sich Uebung und Gewandtheit in ihrer Handhabung verschaffen, man muß die Regeln kennen lernen, welche den Combinationen zu Grunde liegen.

Aehnlich wie die höhere Mechanik, die Physik eine große Geübtheit

in der mathematischen Analyse voraussetzt, muß der Chemiker als Naturforscher sich die vertrauteste Bekanntschaft mit der chemischen Analyse erworben haben. Alle seine Schlüsse, seine Resultate drückt er durch Versuche, durch Erscheinungen aus.

Jeder Versuch ist ein Gedanke, der den Sinnen wahrnehmbar gemacht ist durch eine Erscheinung. Die Beweise für unsere Gedanken, für unsere Schlüsse, so wie ihre Widerlegungen, sind Versuche, sind Interpretationen von willkürlich hervorgerufenen Erscheinungen.

Es war eine Zeit, wo die Chemie, ähnlich wie die Astronomie, die Physik und Mathematik, weiter nichts als eine durch Erfahrung ausgemittelte und in Regeln gebrachte Experimentirkunst war; seitdem man aber die Ursachen und Gesetze kennt, die diesen Regeln zu Grunde liegen, hat die Experimentirkunst ihre Bedeutung verloren.

Das mühsame, zeitraubende Erlernen von Handgriffen und Methoden, von Vorsichtsmaßregeln in den chemischen Gewerben, in der Industrie, der Pharmacie, die sonderbaren Attribute des Chemikers früherer Zeit, ihre Oefen und Gefäße, sind zu Curiositäten geworden; alles dies erlernt sich nicht mehr, sondern es versteht sich von selbst, da man die Ursachen kennt, die es nothwendig gemacht haben. Das Gelingen eines Versuches, einer Operation hängt weit weniger von der mechanischen Geschicklichkeit als von Kenntnissen ab; das Mißglücken beruht auf der mangelhaften Erkenntniß, das Entdecken auf Gewandtheit im Combiniren und auf der Kraft, welche neue Gedanken schafft.

In den Vorlesungen lehren wir das Alphabet, in den Laboratorien den Gebrauch dieser Zeichen; der Schüler erwirbt sich darin Fertigkeit im Lesen der Sprache der Erscheinungen, er lernt die Regeln der Combinationen, so wie Gewandtheit und die Gelegenheit, sie in Anwendung zu bringen.

Sobald sich diese Buchstaben und Zeichen zu einer geistigen Sprache gestaltet haben, so verliert und verwischt sich ihre Bedeutung nicht mehr. Mit ihrer Kenntniß ist er ausgerüstet, um unbekannte Länder zu erforschen, sich überall zu belehren und Entdeckungen zu machen, wo ihre Zeichen gelten; sie ist das Mittel zum Verständniß der Sitten, der Gewohnheiten, der Bedürfnisse, die in diesen Gegenden herrschen. Er kann zwar auch ohne die Kenntniß dieser Sprache die Grenzen dieser Länder überschreiten, allein er setzt sich zahllosen Mißverständnissen und Irrthümern aus. Er fordert Brod, und man giebt ihm einen Stein.

Die Medicin, die Physiologie, die Geologie, die Experimentalphysik, sie sind diese unbekannten Länder, deren Gesetze, deren Einrichtungen und Regierungsformen er kennen lernen will. Ohne die Sprache der Erscheinungen zu kennen, ohne die Kunst, sie zu interpretiren, bleibt ihm nichts darin zu entdecken übrig, als die Kenntniß der Formen und äußeren Beschaffenheiten.

Die bedeutungsvolle und mächtige Bewegung in der neueren Physiologie ist darauf gerichtet, die vorhandenen Mängel zu beseitigen und Brücken für den Uebergang der Chemie in dieses Gebiet zu erbauen; die Kenntniß der äußeren Formen und der mechanischen Vorgänge

befriedigt die Physiologen in unserer Zeit nicht mehr, sie sind durchdrungen von der Wichtigkeit und Unentbehrlichkeit einer tieferen, inneren, einer chemischen Einsicht; aber ist diese denkbar oder möglich ohne Kenntniß unserer Sprache?

Wenn manche minder begabte Physiologen der Chemie den Vorwurf machen, daß alle unsere Resultate ihnen nutzlos, unfähig einer nützlichen Anwendung für sie wären, so kann man sicher sein, daß sie ihren Sinn und ihre Bedeutung nicht verstehen; für sie wäre es eben so unmöglich, ein Buch in deutscher Sprache, aber in hebräischen Buchstaben geschrieben, zu lesen, wenn sie diese Buchstaben nicht kennen.

Bemerken Sie nicht, daß die Physiologie von vielen Medicinern in ganz gleicher Weise, wie die Chemie, gering geachtet wird? daß ihr die Medicin die gleichen Vorwürfe macht, und zwar mit demselben Unrechte?

Es giebt in der That Aerzte und medicinische Schriftsteller, welche behaupten, daß eine auf exacte Kenntniß zu begründende Wissenschaft der diätetischen und medicinischen Praxis unmöglich sei, und auf diese Voraussetzung begründen sie das Recht, das Wesen „des Lebens" auf ihre eigene Art zu erklären; sie bemühen sich, die mangelhaften Vorstellungen, welche ihnen die Betrachtung gewisser physiologischer, pathologischer und therapeutischer Erscheinungen einflößt, deren innerer Zusammenhang ihnen unbekannt ist, uns als Naturgesetze, als Gesundheits- und Krankheitsgesetze aufzudrängen. Nicht das Studium der Natur, sondern das ihrer Bücher sei, so meinen sie, für die medicinische Praxis von Werth. In den Worten „Lebenskraft" und „Lebensgewalten" schaffen sie sich wunderbare Dinge, mit denen sie alle Erscheinungen erklären, die sie nicht verstehen. Mit einem durchaus unbegreiflichen, unbestimmten, durch klare Vorstellungen nicht begrenzbaren Etwas erklären sie, was ihnen nicht begreiflich ist! In jeder Krankheit sei, so sagen sie, ein die physiologischen Kräfte befeindendes, selbstständiges Kraftwesen thätig! Und da eine exacte Einsicht in die physiologischen Vorgänge der Gesundheit, Krankheit und Heilung *nimmer zu hoffen*, so beruhe die Diätetik und Therapie *vorzüglich* auf der Kenntniß dessen, was in ähnlichen Fällen genützt und geschadet, und die Naturwissenschaften nebst Physiologie, Chemie und Anatomie dienten zunächst nur zur Vermehrung der Merkmale der Aehnlichkeiten und Unähnlichkeiten! Nur ihrer Systeme wegen, nur zur Feststellung ihrer Vorstellungen über Aehnlichkeit und Unähnlichkeit von Krankheitserscheinungen oder Nützlichkeit und Schädlichkeit von Arzneiwirkungen verdienten diese Wissenschaften einige Beachtung. Indem sie von vornherein auf die Quelle alles Wissens, auf eine exacte Naturerkenntniß verzichten, halten sie sich für die Propheten des Lichts und ihrem sich vergötternden Geiste erscheint auch der bescheidenste Widerspruch als Zeichen von Atheismus.

Derjenige, welcher den gegenwärtigen Standpunkt der Naturwissenschaften nicht kennt, dürfte, von dergleichen Aussprüchen verleitet, sich leicht der Ansicht hingeben, daß die Naturwissenschaften, die Physiologie

und Chemie vor Jahrhunderten bereits entwickelt und auf ihrem Höhepunkte sich befanden, daß die Naturkräfte erforscht, ihre Gesetze festgestellt und alle Bemühungen gescheitert seien, durch sie eine exacte Einsicht in die Vorgänge des Lebens zu gewinnen, und daß der Weg, um zu dieser Einsicht zu gelangen, stets der richtige gewesen sei. Wäre dies der Fall, so würde ein Vernünftiger vielleicht zu dem Ausspruch verleitet werden können, eine solche Einsicht sei nimmer zu hoffen, ohne daß dieser Mangel an Hoffnung eine „Unmöglichkeit" einschließt; allein die physiologischen und chemischen Forschungen in dem Gebiete der Heilkunst und Diätetik sind erst in ihrer Kindheit, aber kaum begonnen, haben sie die volle Ueberzeugung befestigt, daß beide eine auf exacter physiologischer Einsicht beruhende wissenschaftliche Grundlage haben, daß die Vorgänge im lebendigen Leibe auf Naturgesetzen beruhen, und ein jeder Tag bringt Entdeckungen, welche beweisen, daß sie erforschbar sind. Die Wahrheit ist, daß es vor Jahrtausenden ausgezeichnete Aerzte gab, welche von Anatomie nichts wußten, und daß seit vielen Jahrhunderten mit Erfolg Krankheiten geheilt worden sind, ohne daß man die Natur und das Wesen derselben kannte, so wie man denn noch heute nicht weiß, was „Fieber" oder „Entzündung" ist; aber dem Schluß, daß eine exacte Einsicht in diese Vorgänge unmöglich sei, fehlt heutzutage alle und jede Grundlage.

Der Arzt, welcher die Medicin nicht als Wissenschaft, sondern als Experimentirkunst erlernt hat, erkennt keine Principien, sondern nur Regeln an, aus der Erfahrung entnommen, was in diesen und jenen Fällen gut und nicht gut wirkte. Nach dem Warum, nach den Ursachen fragt die Experimentirkunst nicht.

Von welchem Standpunkte aus würden aber die abnormen, die krankhaften Zustände im menschlichen Organismus beurtheilt werden, wenn uns die normalen mit genügender Sicherheit bekannt wären, wenn wir völlig klare Vorstellungen über die Verdauungs-, Assimilations- und die Excretionsprocesse hätten? Wie ganz anders würde die Behandlungsweise der Krankheiten sein! Ohne richtige Vorstellungen über Kraft, Ursache und Wirkung, ohne praktische Einsicht in das Wesen der Naturerscheinungen, ohne gründliche physiologische und chemische Bildung, ist es kein Wunder, daß sonst verständige Menschen die widersinnigsten Ansichten vertheidigen, daß in Deutschland die Lehre von Hahnemann aufkommen, daß sie Schüler in allen Ländern finden konnte.

Der Verstand allein schützt selbst Nationen nicht vor Aberglauben, aber das Kind verliert mit der Entwickelung seines Geistes und seiner Kenntnisse die Furcht vor Gespenstern.

Kann man von solchen Männern erwarten, daß sie aus den Entdeckungen der Chemie und Physiologie auch nur den kleinsten Nutzen ziehen, kann man sie für fähig halten, auch nur die unbedeutendste Anwendung davon zu machen, sie, die nicht das Wesen der Naturforschung mit philosophischem Geiste erfassen, die nicht gelernt haben, die Sprache der Erscheinungen zu interpretiren?

Sie und ihre Geistesverwandten verdrießt es, daß die Wahrheit so einfach ist, obwohl es ihnen mit aller Mühe nicht gelingt, sie praktisch zu nützen.

Um das Wesen der Lebenskraft zu ergründen und ihre Wirkungen zu begreifen, müssen die Aerzte genau den Weg verfolgen, den man in der Physik und Chemie mit so großem Erfolg betreten hat.

Sicher gab es keinen Zustand der Materie, welcher dem körperlichen und geistigen Auge verborgener und dunkler war, wie der, welchen wir mit elektrisch bezeichnen.

Ein Jahrtausend seit der Entwickelung der Physik ist vorübergegangen, ehe der menschliche Geist nur eine Ahnung von der ungeheuersten Naturgewalt hatte, die an allen Veränderungen der unorganischen Natur, an allen Processen des vegetabilischen und animalischen Lebens Antheil nimmt.

In Folge unermüdlicher Untersuchungen, unabgeschreckt durch Schwierigkeiten ohne Zahl, erwarb sich der Naturforscher ihre genaueste Bekanntschaft und machte sie zu seiner Dienerin; er weiß jetzt, daß sie mit Wärme, Licht und Magnetismus von Einer Mutter stammt, durch sie hat er sich die Geschwister unterthan gemacht, sie folgen seinem Rufe, mit ihrer Hülfe sendet er seine Gedanken in die größten Entfernungen mit der Schnelligkeit des Blitzes, er lockt damit die edelsten Metalle aus ihren ärmsten Erzen, durch sie gelang es ihm zuerst, die wahre Natur der Bestandtheile des Erdkörpers zu ergründen, er setzt mit ihrer Hülfe Schiffe in Bewegung und vervielfältigt mit ihr Gegenstände der Kunst.

Eine Kraft läßt sich nicht sehen, wir können sie mit unsern Händen nicht fassen; um sie in ihrem Wesen und ihrer Eigenthümlichkeit zu erkennen, müssen wir ihre Aeußerungen studiren und ihre Wirkungen erforschen. Die einfache Beobachtung reicht aber hierzu nicht aus, weil der Irrthum stets an der Oberfläche liegt, die Wahrheit muß tiefer gesucht werden. Wenn wir eine Erscheinung, eine Thatsache falsch auffassen, unrichtig anknüpfen und auslegen, so heißt dies einen Irrthum begehen; wir schützen uns aber gegen Irrthum, wenn wir unsere Auffassung, die Auslegung der beobachteten Erscheinung prüfen, wenn wir uns bemühen, ihre Wahrheit zu beweisen. Die Bedingungen, unter welchen die Erscheinung wahrgenommen wird, müssen erforscht, sind sie erkannt, so müssen sie geändert werden; der Einfluß dieser Aenderung muß Gegenstand von neuen Beobachtungen werden. Auf diesem Wege wird die erste Beobachtung berichtigt und dem Geiste klar, der Phantasie darf nichts überlassen werden. Der wahre Naturforscher erklärt und erläutert durch Thatsachen, durch Erscheinungen, deren Auffindung und Entdeckung seine Aufgabe ist, er läßt seinen Gegenstand sprechen. Kein Phänomen für sich allein genommen erklärt sich aus sich selbst, aber das, was damit zusammenhängt, wohl beobachtet und geordnet, führt zur Einsicht. Unverrückbar fest muß man im Auge behalten, daß eine jede Erscheinung ihren Grund, eine jede Wirkung ihre Ursache hat. (F. Bacon von Verulam.)

Die Meinung, daß die Schöpfungskraft der Natur vermögend sei, aus verwitterten Gebirgsarten, aus faulenden Pflanzenstoffen, die mannichfaltigsten Pflanzen, ja selbst Thiere ohne Samen zu erzeugen, der Horror vacui, der Spiritus rector, die Annahme, daß in dem lebendigen Thierkörper Eisen und Phosphor erzeugt werde, sie sind nur Folgen des Mangels an Untersuchungen gewesen, es sind Ausflüsse der Unwissenheit, der Trägheit und Unfähigkeit, den Ursprung oder die Ursachen aufzufinden. Eine einfache Wahrnehmung oder Tausende, die nicht in Zusammenhang gebracht sind, haben keine Beweiskraft. Wir haben kein Recht, uns Ursachen durch die Einbildungskraft zu schaffen, wenn wir in der Auffindung derselben auf dem Wege der Forschung scheitern, und wenn wir sehen, daß die Infusorien aus Eiern entstehen, so bleibt uns nur noch zu wissen übrig, auf welchen Wegen sie sich verbreiten.

Von dem Augenblicke an, wo wir der Einbildungskraft allein die Führung überlassen und ihr das Recht zuerkennen, die noch übrig bleibenden Fragen zu lösen, hört die Forschung auf. Die Wahrheit bleibt unermittelt; dies wäre noch das kleinste Uebel, das schlimmste aber ist, wenn die Phantasie an ihre Stelle ein hartnäckiges, bösartiges, mißgünstiges Ungeheuer, den Irrthum, setzt, welcher der Wahrheit, versucht sie endlich sich Bahn zu brechen, entgegentritt, sie bekämpft und zu vernichten strebt; immer und zu allen Zeiten stand die alte Lüge an der Thüre, wenn die junge Wahrheit Einlaß begehrte; so war es zu Galilei's Zeit und ist es jetzt noch überall, in allen Wissenschaften, wo man Meinungen für Beweise gelten läßt. Wenn wir, unsere Unvollkommenheit erkennend, gestehen, daß wir mit unsern gegenwärtigen Hülfsmitteln die Frage nicht lösen, die Erscheinung nicht erklären können, so bleibt sie ein Problem, an welchem Tausende nach uns, eifrig und voller Muth, ihre Kräfte versuchen. Der Erfolg ist, daß sie früher oder später gelöst wird.

Mit der Erklärung befriedigt sich der Geist, der für wahr gehaltene Irrthum bringt dessen Thätigkeit, ganz wie die Wahrheit selbst, zur Ruhe.

Die Phantasie schafft in hunderttausend Fällen hunderttausend Irrthümer, und nichts ist schädlicher für die Fortschritte der Wissenschaft nichts ist hemmender für die Einsicht, als ein alter Irrthum, denn es ist unendlich schwer, eine falsche Lehre zu widerlegen, eben weil sie auf der Ueberzeugung beruht, daß das Falsche wahr sei.

Es war gewiß der vernünftigen Naturforschung nicht angemessen, Bildungs-, Ernährungs- und Secretionsprocesse im Organismus zu erklären, ehe man die Nahrungsmittel und die Quellen kannte, aus denen sie stammen, ehe man Eiweiß, Kässtoff, Blut, Galle, Gehirnsubstanz &c. zuverlässigen Untersuchungen unterworfen hatte. Alles dies sind ja sonst nur Namen, deren Buchstaben man höchstens kennt; ehe man ihre Eigenschaften und ihr Verhalten, ehe man die Metarmophosen kannte, die sie in Berührung mit andern Körpern erleiden, ehe man mit einem Worte sie zum Sprechen gebracht hatte, durfte man erwarten, daß sie uns etwas sagen würden?

Die Ursache der Lebenserscheinungen ist eine Kraft, die nicht in meßbaren Entfernungen wirkt, deren Thätigkeit erst bei unmittelbarer Berührung der Nahrung oder des Blutes mit dem zur Aufnahme oder ihrer Veränderung geeigneten Organ wahrnehmbar wird. In ganz gleicher Weise äußert sich die chemische Kraft, ja es giebt in der Natur keine Ursachen, welche Bewegung oder Veränderungen bewirken, keine Kräfte, die einander näher stehen, wie die chemische Kraft und die Lebenskraft. Wir wissen, daß chemische Actionen überall eintreten, wo sich überhaupt verschiedenartige Körper berühren; vorauszusetzen, daß eine der mächtigsten Naturkräfte an den Processen in dem lebendigen Organismus keinen Antheil nehme, obwohl sich gerade hier alle Bedingungen, unter denen sie sich thätig zeigt, vereinigen, würde gegen alle Regeln der Naturforschung sein. Weit entfernt aber, Gründe für die Ansicht zu haben, daß die chemische Kraft in dem Grade sich der Lebenskraft unterordne, daß ihre Wirkungen für unsere Beobachtungen verschwinden, sehen wir in dem Athmungsproceß die chemische Kraft des Sauerstoffs z. B. in jeder Zeitsecunde in ihrer vollen Wirksamkeit; so sind der Harnstoff, das Allantoin, die Säure in den Ameisen und Wasserkäfern, die Oxalsäure, das flüchtige Oel der Baldrianwurzel, das Oel der Blüthe der Spiraea ulmaria, das flüchtige Oel der Gaultheria procumbens, Producte des Lebensprocesses; aber sind es, so muß man fragen, Producte der Lebenskraft?

Wir sind im Stande, durch die chemische Kraft alle diese Verbindungen hervorzubringen; aus dem Koth der Schlangen und Vögel erzeugt die Chemie die kristallinische Substanz der allantoischen Flüssigkeit der Kuh, aus verkohltem Blut machen wir Harnstoff, aus Sägespänen Zucker, Ameisensäure, Oxalsäure, aus Weidenrinde das flüchtige Oel der Spiraea ulmaria, das Oel der Gaultheria, aus Kartoffeln die flüchtige ölartige Säure der Baldrianwurzel.

Dies sind Erfahrungen genug, um die Hoffnung zu begründen, daß es uns gelingen wird, Chinin und Morphin, die Verbindungen, woraus das Eiweiß oder die Muskelfaser besteht, mit allen ihren Eigenschaften hervorzubringen.

Unterscheiden wir die Wirkungen, welche der chemischen Kraft, von denen, welche der Lebenskraft angehören, und wir befinden uns auf dem Wege, um Einsicht in die Natur der letzteren zu gewinnen. Nie wird der Chemismus im Stande sein, ein Auge, ein Haar, ein Blatt zu erzeugen. Wir wissen aber mit Bestimmtheit, daß die Entstehung von Blausäure und Bittermandelöl in den bittern Mandeln, von Senföl und Sinapin im Senf, von Zucker im keimenden Samen, Resultate chemischer Zersetzungen sind; wir sehen, daß ein todter Kalbsmagen mit Hülfe von etwas Salzsäure auf Fleisch und hartgekochtes Eiweiß gerade so wirkt, wie ein lebendiger, daß beide löslich, d. h. verdaut werden. Alles dies berechtigt zu dem Schluß, daß wir auf dem Wege der Naturforschung zu einer klaren Einsicht über die Veränderungen,

welche die Nahrungsmittel im Organismus erleiden, über die Wirkung der Arzneimittel gelangen werden.

Ohne ein genaues Studium der Chemie und Physik werden die Physiologie und Medicin in ihren wichtigsten Aufgaben, in der Erforschung der Gesetze des Lebens und der Hebung und Beseitigung von anomalen Zuständen im Organismus kein Licht erhalten. Ohne Kenntniß der chemischen Kräfte kann die Natur der Lebenskraft nicht ergründet werden; der wissenschaftliche Arzt wird dann erst von der Chemie Hülfe erwarten können, wenn er im Stande sein wird, dem Chemiker regelrechte Fragen zu stellen.

Die Industrie hat aus der Kenntniß der Chemie unübersehbare Vortheile gezogen; die Mineralogie ist seit der Zeit, wo sie auf die Zusammensetzung der Mineralien und das Verhalten ihrer Bestandtheile Rücksicht nahm, zu einer neuen Wissenschaft geworden; es ist unmöglich, Fortschritte in der Geologie zu erwarten, wenn nicht mehr wie bisher, und zwar in gleicher Weise wie in der Mineralogie, die chemische Beschaffenheit und Zusammensetzung der Felsarten in Rechnung genommen wird. Die Chemie ist die Grundlage der Agricultur; ohne die Bestandtheile des Bodens, der Nahrungsmittel der Gewächse zu kennen, kann an eine wissenschaftliche Begründung derselben nie gedacht werden.

Ohne Kenntniß der Chemie muß der Staatsmann dem eigentlichen Leben im Staate, seiner organischen Entwickelung und Vervollkommnung fremd bleiben, ohne sie kann sein Blick nicht geschärft, sein Geist nicht geweckt werden für das, was dem Lande und der menschlichen Gesellschaft wahrhaft nützlich oder schädlich ist; die höchsten materiellen Interessen, die gesteigerte und vortheilhaftere Hervorbringung von Nahrung für Menschen und Thiere, die Erhaltung und Wiederherstellung der Gesundheit, sie sind auf's engste geknüpft an die Verbreitung und das Studium der Naturwissenschaften, und insbesondere an das der Chemie; ohne die Kenntniß der Naturgesetze und der Naturerscheinungen scheitert der menschliche Geist in dem Versuche, sich eine Vorstellung über die Größe und unergründliche Weisheit des Schöpfers zu schaffen; denn Alles, was die reichste Phantasie, die höchste Geistesbildung an Bildern nur zu ersinnen vermag, erscheint, gegen die Wirklichkeit gehalten, wie eine bunte, schillernde, inhaltslose Seifenblase.

In der Begründung von Schulen, in denen die Naturwissenschaften als Gegenstände des Unterrichts die erste Stelle einnehmen, hat sich das Bedürfniß der neueren Zeit schon praktisch bethätigt; es wird sich aus ihnen eine kräftigere Generation entwickeln, kräftiger am Verstand und Geiste, fähig und empfänglich für Alles, was wahrhaft groß und fruchtbringend ist. Durch sie werden die Hülfsmittel der Staaten zunehmen, in ihnen ihr Vermögen und ihre Kraft wachsen, und wenn der Mensch im Drucke seiner Existenz erleichtert, von den Schwierigkeiten nicht mehr überwältigt wird, die irdischen Sorgen zu tragen und zu beseitigen, dann erst wird sich sein Sinn, reiner und geläutert, dem Höheren und Höchsten zuwenden können.

# Zweiter Brief.

Wenn es einem Naturforscher gelang, das Leben durch seine Forschungen zu bereichern, so zeigt die Geschichte der Naturwissenschaften, daß alle seine Erfolge lediglich auf einer Untersuchungsmethode beruhten, von welcher behauptet werden kann, daß von ihr die außerordentlichen Fortschritte bedingt und hervorgerufen sind, welche die Gewerbe, die Industrie, die Mechanik, die Naturwissenschaften in den letzten 50 Jahren gemacht haben. Es sind dies die Wege der Erkenntniß und Forschung, die wir Franz Bacon und Galilei verdanken, welche eine falsche Philosophie Jahrhunderte lang aus der Medicin und den Naturwissenschaften verdrängt hatte, die aber jetzt durch ihre Siege immer mehr Boden im Interesse der Menschheit gewinnen. Die deutsche Naturphilosophie, wir sehen auf sie zurück wie auf einen abgestorbenen Baum, der das schönste Laub, die prächtigsten Blüthen, aber keine Früchte trug. Mit einem unendlichen Aufwand von Geist und Scharfsinn schuf man nur Bilder, aber auch die glänzendsten Farben sind, wie Goethe in seiner Farbenlehre behauptete, nur getrübtes Licht. Wir aber wollen und suchen das reine Licht und dies ist die Wahrheit.

Seit Jahrtausenden beschäftigt man sich mit der Erklärung der Naturerscheinungen, aber die Erklärung der philosophischen Schulen, von Aristoteles an bis auf die heutige Zeit, haben mit den unsrigen nichts mehr gemein.

Die Ursache des Falls eines Körpers, sagt Aristoteles, ist die Schwere; die Schwere ist aber das in dem Körper liegende Streben zur Bewegung abwärts (das Streben zu fallen). Ein Stein fällt, weil er schwer ist, d. h. weil er ein Bestreben hat sich abwärts zu bewegen, d. h. weil er fällt. Das Opium bringt Schlaf hervor, weil es ein Körper ist, dem eine schlafmachende Eigenschaft zukommt, d. h. weil es Schlaf macht. Die kaustischen Eigenschaften des gebrannten Kalks rührten von einem Ding Kaustikum her. Der saure Geschmack der Säuren beruht auf dem Gehalt von Acidum universale.

Dem, was man sah in der Wirkung, unterlegte man ein Wort und dieses Wort nannte man die Ursache, und erklärte die Wirkung damit. Ein Ding gab dem Gold die Farbe, ein Ding gab ihm Unveränderlichkeit, man suchte dem Quecksilber, um es in Silber zu verwandeln, das Ding zu entziehen, was es flüssig machte, ein Ding

machte die Körper hart, ein Ding (der Spiritus rector) gab den Körpern ihren Geruch, ein Ding Phlogiston war die Ursache der Brennbarkeit.

Indem man die unzähligen Wirkungen, die man wahrnahm, eben so vielen verborgenen Qualitäten oder Dingen zuschrieb, war der Erforschung der eigentlichen Ursache ein Ziel gesetzt; man wußte ja alles, worauf es ankam.

Die Rolle der Erklärung spielte ein Wort, die Rolle der Wahrheit nahm der blinde Glaube, ein gedankenloses Nachbeten ganz unbewiesener Ansichten ein. Es nöthigen uns zwar Verstand und Erfahrung an die Wahrheit einer Menge Ereignisse zu glauben, die wir nicht erlebt haben, an eine Menge Thatsachen, die von Andern aufgefunden und niemals von uns beobachtet worden sind. Wir glauben in der That an alle Vorgänge, Ereignisse und Thatsachen, welche von glaubwürdigen Personen behauptet werden, wenn sie bekannten Naturgesetzen nicht widersprechen oder wenn ihre Wirkungen in irgend einer Weise oder zu irgend einer Zeit von uns oder von andern glaubwürdigen Personen bemerkbar geworden sind. Wir glauben an die Existenz von Julius Cäsar, den wir nicht gesehen haben, nicht blos deshalb, weil ihn seine Zeitgenossen gesehen haben, sondern weil seine Existenz durch Ereignisse festgestellt ist, deren Wirkungen in der Geschichte der Menschheit noch Jahrhunderte nach ihm wahrgenommen wurden. Wir glauben aber nicht an Gespenster, obwohl tausende von Menschen Gespenster gesehen haben, weil wir aus der Lehre vom Lichte wissen, daß selbst die körperliche Materie von einem gewissen Grade von Feinheit, wie die atmosphärische Luft z. B. nicht mehr gesehen werden kann, und weil einem körperlosen Wesen die Eigenschaft Licht zu reflectiren, die Hauptbedingung um gesehen zu werden, nicht mehr zukömmt. Der Glaube, welcher Gespenster sieht, dieser Glaube gehört der Wissenschaft nicht an; er ist des Wissens schlimmster Feind, denn das Wissen ist dieses Glaubens Tod.

Die Erklärungen der heutigen Naturforscher sind von denen der früheren Zeit unendlich verschieden; die jetzige Naturforschung legt auf die scharfsinnigsten Erfindungen des Geistes kein Gewicht; sie betrachtet als ihre Aufgabe eine Erkenntniß, welche nur erworben wird durch unermüdliche Arbeit und Anstrengung.

Wenn der Naturforscher unserer Zeit eine Naturerscheinung, das Brennen eines Lichtes, das Wachsen einer Pflanze, das Gefrieren des Wassers, das Bleichen einer Farbe, das Rosten des Eisens erklären will, so stellt er die Frage nicht an sich selbst, an seinen Geist, sondern an die Erscheinung, an den Zustand selbst.

Der heutige Naturforscher, wenn er eine Erscheinung erklären will, fragt, was geht dieser Erscheinung voraus, was ist es, was darauf folgt? Was vorausgeht, nennt er Ursache oder Bedingung, was ihr folgt, nennt er Wirkung oder Effect.

Dem Wachsen einer Pflanze geht voraus ein Keim, ein Samenkorn, es setzt voraus einen Boden; ohne die Atmosphäre, ohne Feuchtigkeit wächst die Pflanze nicht.

Boden, Atmosphäre sind nicht Bedingungen an sich; es giebt Kalkboden, Thonboden, Sandboden, ganz verschieden von einander in ihrer Beschaffenheit und Mischung. Das Wort Boden ist, wie Sie sehen, ein Collectivname für eine ganze Anzahl von Bedingungen; der fruchtbare Boden enthält sie in dem für die Pflanzenernährung richtigen Verhältniß, in dem unfruchtbaren Boden fehlen einige oder alle diese Bedingungen. Um die Wirkung, die Fruchtbarkeit hervorzubringen, müssen alle zusammen sein.

In gleicher Weise umfaßt das Wort Atmosphäre eine Mehrheit von Bedingungen. Der Naturforscher fragt, welches sind diese Bedingungen, und indem er beweist und zeigt, welchen Antheil im Einzelnen und Besonderen gewisse Bestandtheile des Bodens, der Atmosphäre und des Wassers an dem Wachsen der Pflanzen nehmen, so erklärt er das Wachsen, wie die Pflanze an Masse zunimmt, so weit es für den Verstand erklärlich ist.

Wenn der Schmied eine Eisenstange in seiner Esse weißglühend macht und dann herauszieht, so bedeckt sie sich unter Funkensprühen mit einer schwarzen porösen Kruste, die beim Schlagen mit dem Hammer als Hammerschlag abspringt, das Eisen verbrennt. Unter ähnlichen Bedingungen verbrennt Oel in unseren Lampen mit leuchtender Flamme. Der Naturforscher fragt, was geht dem Verbrennen des Eisens, des Oels voraus, was ist es, was darauf folgt? Was sind die Bedingungen, was das Resultat ihrer Verbrennung? Dem Verbrennen des Eisens, des Oels, geht voraus das Eisen, das Oel, die Luft und eine höhere Temperatur. Was ist das Eisen, was ist das Oel? Es giebt eine Menge Oele. Das Wort Oel ist ein Collectivname für gewisse Pflanzen- oder Thierstoffe, worin sich drei ihrer Natur nach ganz verschiedene Bestandtheile befinden. Von der Atmosphäre nimmt nur ein Bestandtheil an der Verbrennung Theil.

Das Eisen nimmt, indem es verbrennt, an Gewicht zu, die Luft, in der es verbrannt wird, nimmt um eben so viel an Gewicht ab; die Luft, in welcher das Oel verbrennt, wird um das Gewicht des verbrannten Oels schwerer.

Die Folge der Verbrennens des Eisens und des Oels ist hiernach klar; das verbrannte Eisen ist Eisen, welches einen Bestandtheil der Luft in sich aufgenommen hat; das verbrannte Oel ist Luft, welche die Bestandtheile des Oels in sich aufgenommen hat. Eine Licht- und Wärmeentwickelung (Feuererscheinung) begleitete den Uebergang des Luftbestandtheils zum Eisen, und den Uebergang der Oelbestandtheile in Luft. Ein Haupttheil der Erscheinung der Verbrennung ist hiermit erklärt, und indem der Naturforscher weitere Fragen stellt, woher die Wärme und das Licht bei der Verbrennung kommt, warum das Eisen nicht fortbrennt, während das Oel in der Lampe fortbrennt, warum das Eisen mit Funkensprühen, das Oel mit Flamme brennt, und diese Fragen in ganz ähnlicher Weise löst, erklärt er die Erscheinung in ihren Theilen.

Der heutige Naturforscher erklärt, indem er die Ursachen aufsucht,

welche der Erscheinung vorhergegangen sind: die sinnlich wahrnehmbaren Ursachen nennt er **Bedingungen**; die Ursachen, welche durch die Sinne nicht weiter wahrgenommen werden, nennt er **Kräfte**.

Nach dieser Methode ist die Ursache des Schnupfens nicht die Entzündung der Schleimhaut der Nase, denn dies ist nur eine Erklärung des Wortes Schnupfen; die Erklärung des Fiebers umfaßt in ihrem Sinne nicht ein Bild, eine Beschreibung des Fieberzustandes oder der Fiebersymptome, sondern man will wissen, was dem Fieberzustand vorausgegangen ist und was ihn fortdauernd macht; in der Erklärung des Athmungsprocesses will man wissen, welchen Antheil die Luft, welchen Antheil das Blut an der Erzeugung der thierischen Wärme nehmen.

Wenn die Ursachen einer Erscheinung unbekannt oder unerforscht sind, so läßt der Naturforscher die Frage offen. Wenn er Eisen im Blute, Kalk in den Knochen der Thiere findet, ohne zu wissen, wo sie herkommen, so sagt er nicht, sie seien durch den Lebensproceß erzeugt; wenn er den Ursprung mikroskopischer Thiere, wo sie hergekommen, nicht darzulegen vermag, so sagt er nicht, sie seien von selbst entstanden; wenn er Personen todt und verbrannt in einem verschlossenen Zimmer findet, und nicht ermitteln kann, wie dies zugegangen, so sagt er nicht, sie seien von selbst ins Brennen gerathen. — Diese Art von Schlüssen oder Erklärungen hält er für Selbstbetrug oder für Verschleierung der Unwissenheit: weil Erklären klar machen heißt, wozu Licht oder Einsicht gehört, und weil auf der vollkommensten Unbekanntschaft mit einem Vorgang eine Erklärung dieses Vorganges nicht beruhen kann.

Die Ermittelung der Bedingungen einer Erscheinung ist das erste und nächste Erforderniß zu ihrer Erklärung. Sie müssen aufgesucht und durch Beobachtung festgestellt werden. In dem Aufsuchen und Beobachten beruht die Kunst, die geschickte Stellung der Fragen beurkundet den Geist des Naturforschers. Bedenken Sie, wie schwer es ist, einen Gegenstand aufzusuchen, den Sie gestern oder vor acht Tagen verloren haben. Sie finden ihn nicht am sichersten, wenn Sie ohne weiteres die Fußböden Ihres Hauses aufbrechen, oder Ihr Haus niederreißen und den Schutt durchsuchen, sondern am wahrscheinlichsten, wenn Sie darüber nachdenken, an welchem Orte Sie ihn zum Letztenmal gesehen und in Händen gehabt. Durch Suchen ohne Nachdenken finden Sie ihn vielleicht; durch Nachdenken und dann Suchen sichern Sie sich den Erfolg. So ist denn in der Aufsuchung der Ursache einer Erscheinung das Nachdenken der einzige zuverlässige Führer: durch die Beobachtung erkennen Sie die sinnlichen Merkzeichen des Weges.

Es giebt keine Kunst, welche so schwierig ist, wie die Kunst der Beobachtung: es gehört dazu ein gebildeter nüchterner Geist und eine wohlgeschulte Erfahrung, welche nur durch Uebung erworben wird; denn nicht der ist der Beobachter, welcher **das Ding vor sich mit seinen Augen sieht, sondern der, welcher sieht, aus welchen Theilen das Ding besteht und in welchem Zusammenhang die Theile mit dem Ganzen stehen.** Mancher übersieht die Hälfte

aus Unachtsamkeit, ein Anderer giebt mehr als er sieht, indem er es mit dem, was er sich einbildet, verwechselt; ein Anderer sieht die Theile des Ganzen, aber er wirft Dinge zusammen, die getrennt werden müssen. In dem Görlitz'schen Proceß in Darmstadt, sahen die Todtenweiber, welche die Leiche entkleidet und gewaschen hatten, an der Leiche weder Arme noch Kopf; ein anderer Zeuge sah einen Arm und den Kopf so groß wie eine Faust; ein dritter Zeuge (ein Arzt) sah die beiden Arme und den Kopf ganz von der Größe eines gewöhnlichen Frauenschädels. An diesen Aussagen erkennen Sie deutlich den Grad der Bildung der Zeugen, ihre Fähigkeit zum Beobachten.

Mit dem Beobachten verhält es sich wie mit einem Stücke Glas, welches, als Spiegel, sehr eben und mit großer Sorgfalt geschliffen sein muß, wenn es das Bild rein und unverzerrt zurückwerfen soll.

Der Beobachter einer Uhr sieht an der Uhr nicht nur das hin und herschwingende Pendel und das Zifferblatt und die Zeiger, die sich bewegen, dies kann ein Kind sehen, sondern er sieht auch die Theile der Uhr und in welchem Zusammenhang das angehängte Gewicht mit dem Räderwerk und das Pendel mit den sich bewegenden Zeigern steht.

Da die Sinn= und Nervenapparate die Werkzeuge der Geistesoperationen des Beobachters sind, durch welche die Eindrücke, auf die er seine Schlüsse und Folgerungen stützt, empfangen und fortgepflanzt werden, so liegt es in der Natur der Sache, daß Personen, deren Nervensystem sich nicht in vollkommen gesundem Zustande befindet, sich zum Beobachten durchaus nicht eignen, und Sie verstehen hieraus, warum die neue Odwissenschaft keinen Eingang in das Gebiet der Naturforschung gefunden hat. Kein Verständiger kann glauben, daß durch eine so falsche Methode, durch Gesichts= und Gefühlserscheinungen, welche in nervenschwachen, kranken Personen hervorgerufen werden, die Existenz einer neuen Naturkraft begründet werden könne.

Wenn der Beobachter den Grund einer Erscheinung ermittelt hat und er im Stande ist, ihre Bedingungen zu vereinigen, so beweist er, indem er versucht die Erscheinungen nach seinem Willen hervorzubringen, die Richtigkeit seiner Beobachtungen durch den Versuch, das Experiment. Eine Reihe von Versuchen machen, heißt oft einen Gedanken in seine einzelnen Theile zerlegen und denselben durch eine sinnliche Erscheinung prüfen. Der Naturforscher macht Versuche, um die Wahrheit seiner Auffassung zu beweisen, er macht Versuche, um eine Erscheinung in allen ihren verschiedenen Theilen zu zeigen. Wenn er für eine Reihe von Erscheinungen darzuthun vermag, daß sie alle Wirkungen derselben Ursache sind, so gelangt er zu einem einfachen Ausdruck derselben, welcher in diesem Fall ein Naturgesetz heißt. Wir sprechen von einer einfachen Eigenschaft als einem Naturgesetze, wenn diese zur Erklärung einer oder mehrerer Naturerscheinungen dient.

Wir führen z. B. das Steigen des Quecksilbers in der Torricelli'schen Röhre, und das Erheben eines Luftballons auf das Gesetz zurück, daß die Luft Gewicht besitzt. Eine einzelne Naturerscheinung wird aber unserer Erfahrung gemäß niemals durch eine einzige Ursache zum Vorschein

gebracht, sondern sie beruht immer auf dem Zusammenwirken mehrerer Naturgesetze. Die Darlegung des Zusammenhangs dieser Naturgesetze heißt die Theorie der Erscheinung. Die Theorie des Barometers umfaßt drei Naturgesetze: das Gesetz, daß die Luft schwer ist, das Gesetz, daß der Druck auf Flüssigkeiten gleichmäßig nach allen Richtungen sich fortpflanzt, das Gesetz, daß der in einer Richtung wirkende Druck, wenn er nicht durch einen gleichen Gegendruck aufgehoben wird, eine Bewegung hervorbringt, die so lange fortdauert, bis das Gleichgewicht hergestellt ist. Auf dem letzteren Gesetz, so wie auf dem Gesetz, daß die Luft schwer ist, und auf einem vierten Gesetz, daß ein in einer Flüssigkeit schwimmender Körper an seinem Gewichte um eben so viel verliert, als die Flüssigkeit wiegt, die er aus dem Raume verdrängt, beruht die Theorie des Luftballons.

Theorie heißt die Darlegung des Zusammenhanges aller derjenigen Naturgesetze, durch deren Zusammenwirken eine Erscheinung, ein Vorgang bedingt wird.

Durch die genaue Bekanntschaft mit einer Thatsache, einem Vorgang, sind Sie im Stande andere Thatsachen, andere Vorgänge sich klar zu machen; jede Eigenschaft eines Körpers giebt unter Umständen einen Schlüssel ab, um eine verschlossene Thür zu öffnen, aber die Theorie ist der Hauptschlüssel womit sich alle Thüren öffnen. Sie verstehen, wie sehr sich der Begriff von Theorie im Sinne der Naturforschung von dem Worte Theorie im gewöhnlichen Sprachgebrauch unterscheidet. In diesem bedeutet es häufig das gerade Gegentheil von Erfahrung oder Praxis, es bezeichnet oft den Mangel an Bekanntschaft mit Thatsachen und Naturgesetzen; in unserem Sinne ist die Theorie die Summe aller Praxis, sie beruht auf der genauesten Kenntniß der Thatsachen und der Naturgesetze und ist aus dieser Kenntniß hervorgegangen.

Wenn ich hier das Wort Praxis im Gegensatz zu dem Worte Theorie, welches Einsicht heißt, gebrauche, so meine ich nicht damit die praktische Fertigkeit eines Individuums in einer Kunst oder einem Gewerbe. Ein praktischer Physiker giebt dem Mechanikus genau und in allen Einzelheiten die Wege an, um einen genauen Thermometer oder Barometer zu machen, wie er die Röhre calibriren, welche Beschaffenheit das Quecksilber haben muß, ohne daß er im Stande ist einen Thermometer zu machen, weil er das Glasblasen nicht gelernt hat. Der praktische Chemiker sagt dem Schwefelsäurefabrikanten mit der größten Bestimmtheit und Sicherheit, wie viel Schwefel in einem gegebenen Luftstrome, der durch den Schwefelofen geht, verbrennen darf, um das Maximum an Schwefelsäure zu bekommen, ohne deshalb Schwefelsäure mercantilisch mit Vortheil fabriciren zu können; er sagt dem Landwirth, welche Bestandtheile sein Boden enthalten muß, um den höchsten Ertrag an Kartoffeln darauf zu ziehen, ohne zu wissen, wann die Kartoffeln im Frühjahr gelegt werden müssen; er stellt aus der Chinarinde das Chinin dar, ohne nur entfernt die für die verschiedenen Krankheitszustände nöthigen Gaben zu kennen; er macht den Physiologen mit der Natur

und Beschaffenheit der Blutbestandtheile oder der Secrete in gesunden und kranken Körperzuständen bekannt, ohne etwas von den Krankheitserscheinungen und ihren Beziehungen zu dem Lebensprocesse zu kennen. Diese Art von Praxis, welche auf der technischen Anwendung von Naturgesetzen beruht, giebt einen Maßstab ab für die Geschicklichkeit des Glasbläsers, des Schwefelsäurefabrikanten, für die Erfahrungen des Landwirthes und Arztes und die Kenntnisse des Physiologen, aber die praktische Befähigung des Chemikers kann damit nicht gemessen werden; er soll praktisch die Naturgesetze, er soll praktisch die Wege sie zu erforschen und die Grundsätze ihrer Anwendungen kennen, und es ist ihm deshalb das Studium der andern Zweige der Naturwissenschaften und die Bekanntschaft mit Mathematik und den chemischen Gewerben unentbehrlich.

Seine nächste Aufgabe ist die Erforschung der Eigenschaften der Körper und ihrer mannichfaltigen Verbindungen; alle Anwendungen der Chemie beruhen auf der Bekanntschaft mit diesen Eigenschaften und entspringen daraus. Auf der Kenntniß der Eigenschaften von vier chemischen Verbindungen, der Veränderung, welche Jod- und Chlorsilber unter dem Einfluß des Lichtes erleiden, der Zurückführung der veränderten Silberverbindung in metallisches Silber durch Pyrogallussäure oder ähnliche Reductionsmittel, der Löslichkeit von unlöslichen Silberverbindungen in Wasser, welches Kochsalz oder unterschwefligsaures Natron enthält, und auf der Löslichkeit der Schießbaumwolle in Alkohol (Collodiumlösung) ist die neuere Photographie begründet. Auf der Flüchtigkeit und der Unverbrennlichkeit des Chloroforms im Blute beruht dessen Anwendung in der Chirurgie.

Die heutigen Mittel der Erkenntniß in den Naturwissenschaften, die Aufgaben der Chemie und die Erfordernisse des Chemikers sind in dem Vorhergehenden angedeutet. Die Nützlichkeit des Studiums der Chemie bedarf keiner weiteren Auseinandersetzung. Unser Hauptzweck ist nicht die Nützlichkeit, sondern die Wissenschaft; die Wissenschaft ist immer nützlich, denn jede Art von Kenntnissen erhöht unsere Kräfte, die geistigen oder die körperlichen. Wir studiren eine Naturerscheinung, ohne nach ihrem Nutzen zu fragen: nicht jede ist im Leben anwendbar und nützlich. Der Regenbogen, der in seiner überirdischen Schönheit tröstliche Empfindungen in jedes Menschen Brust erweckt, bringt dem Menschen keinen directen Nutzen, er ist eben so gut Gegenstand der Naturforschung, als wie die Aufsuchung eines Mittels, um das Seewasser trinkbar zu machen, oder um die Butter vor dem Ranzigwerden zu schützen.

Wenn Sie in vielen Entwickelungen der Chemie Lücken finden, so müssen Sie in Betracht ziehen, daß sie wie alle Naturwissenschaften in fortschreitender Vervollkommnung begriffen ist. Diese Lücken werden nach und nach ausgefüllt werden, nie wird man aber dahin gelangen, bei der Unendlichkeit des Gebietes, sie verschwinden zu machen. Was wir vor den griechischen Philosophen voraus haben, ist, daß wir unendlich besser wissen, als Sokrates es wußte, daß wir, gerade in

Beziehung auf das, was wir wissen möchten, Nichts wissen. Wir ersteigen einen Berg, auf der Spitze angelangt, sieht der umfassendere Blick immer neue Berge sich erheben, die anfänglich dem Auge nicht sichtbar waren.

Suchen wir unseren Blicken die möglichst weite Aussicht zu geben, es wird uns dann leichter werden, uns in den Regionen zurecht zu finden die unter uns liegen, und uns vor Irrwegen und Hindernissen zu schützen, die unsere Schritte hemmen und unsere Kraft zersplittern. Das unter uns liegende Gebiet wird dann zu unserem Eigenthum, auf dem wir säen und zu unserem und der menschlichen Gesellschaft Nutzen Früchte ernten werden.

Die Geschichte des Menschen ist der Spiegel der Entwickelung seines Geistes, sie zeigt uns in seinen Thaten seine Fehler und Gebrechen, seine Tugenden, seine edlen und unvollkommenen Eigenschaften. Die Naturforschung lehrt uns die Geschichte der Allmacht, der Vollkommenheit, der unergründlichen Weisheit eines unendlich höheren Wesens in seinen Werken und Thaten erkennen; unbekannt mit dieser Geschichte, kann die Vervollkommnung des menschlichen Geistes nicht gedacht werden, ohne sie gelangt seine unsterbliche Seele nicht zum Bewußtsein ihrer Würde und des Ranges, den sie im Weltall einnimmt.

Die Religion der Griechen und Römer, des Heidenthums, sie gründete sich in ihrem Ursprunge auf eine unvollkommene und falsche Anschauung der Naturerscheinungen; ihr Geist, ihr Auge war der Erkenntniß der nächstliegenden Ursachen von Naturwirkungen verschlossen; sie richteten ihre Gebete an rohe Naturgewalten. Ein jeder Aberglaube versetzt uns in das Heidenthum.

Darin liegt eben der hohe Werth und die Erhabenheit der Naturerkenntniß, daß sie das wahre Christenthum vermittelt. Darin liegt das Göttliche des Ursprungs der christlichen Lehre, daß wir den Besitz ihrer Wahrheiten, die richtige Vorstellung eines über alle Welten erhabenen Wesens, nicht dem menschlichen Wege der empirischen Forschung, sondern einer höheren Erleuchtung verdanken.

Der Raum, in dem sich die Weltsysteme bewegen, ist ohne Grenze; was wäre außerhalb einer solchen Scheidewand? Die Anzahl der Welten ist unendlich groß, sie ist durch Zahlen nicht ausdrückbar; der Lichtstrahl legt in einer Secunde vierzigtausend Meilen zurück; ein Jahr umfaßt viele Secunden; es giebt Fixsterne, deren Licht, um zu unserem Auge zu gelangen, Billionen Jahre Zeit gebrauchte. Wir kennen Thiere mit Zähnen, mit Bewegungs- und Verdauungsorganen, die dem bloßen Auge eben noch sichtbar sind; es giebt Thiere, welche, meßbar, viele hundertmal kleiner sind, und die nämlichen Apparate besitzen. So wie die größeren und größten nehmen sie Nahrung zu sich und pflanzen sich durch Eier fort, die wieder viele hundertmale kleiner als ihr eigener Körper sein müssen. Nur an unseren unvollkommenen Sehwerkzeugen scheitert die Wahrnehmung von tausendmal kleineren Geschöpfen.

Welche Abstufungen und Verschiedenheiten bieten die Bestandtheile unseres Erdkörpers in ihren Zuständen und in ihren Eigenschaften dar!

Es giebt Körper, welche zwanzigmal schwerer wie ein gleicher Raumtheil Wasser, es giebt andere, welche zehntausendmal leichter sind, deren kleinste Theile durch die besten Mikroskope nicht mehr wahrnehmbar sind; wir kennen zuletzt in dem Lichte, diesem wunderbaren Boten, der uns täglich Kunde bringt von dem Fortbestehen zahlloser Welten, die Aeußerung eines außerirdischen Wesens, welches der Schwerkraft nicht mehr folgt, und doch unseren Sinnen durch unzählige Wirkungen sich bemerkbar macht, und das Sonnenlicht selbst, mit dessen Ankunft auf der Erde die todte Natur Leben und Bewegung empfängt; wir spalten es in Strahlen, die, ohne zu leuchten, die mächtigsten Veränderungen und Zersetzungen in der organischen Natur hervorbringen; wir zerlegen es in eine Mannichfaltigkeit von Wärmestrahlen, die unter einander eben so große Verschiedenheiten wie die Farben zeigen.

Nirgends aber beobachten wir einen Anfang oder ein Ende.

In der Natur sieht der menschliche Geist weder über noch unter sich eine Grenze, und in dieser, für seine Kraft, ihrer Unmeßlichkeit wegen, kaum faßbaren Unendlichkeit fällt kein Wassertropfen zur Erde, kein Stäubchen wechselt seinen Platz, ohne dazu gezwungen zu sein.

Nirgends außer sich beobachtet der Mensch einen zum Bewußtsein gelangten Willen, Alles sieht er in den Fesseln unwandelbarer, unveränderlicher, fester Naturgesetze; nur in sich selbst erkennt ein Etwas, was alle diese Wirkungen, einen Willen, der alle Naturgesetze beherrschen kann, einen Geist, der in seinen Aeußerungen unabhängig von diesen Naturgewalten ist, der in seiner ganzen Vollkommenheit nur sich selbst Gesetze giebt.

Die einfache empirische Erkenntniß der Natur, sie drängt uns mit unwiderstehlicher Kraft die Ueberzeugung auf, daß dieses Etwas nicht die Grenze ist, über welche hinaus nichts ihm Aehnliches und Vollkommeneres mehr besteht; unserer Wahrnehmung sind seine niedrigeren und niedrigsten Abstufungen allein zugänlich, und wie eine jede andere Wahrheit in der inductiven Naturforschung, begründet sie die Existenz eines höheren, eines unendlich höchsten Wesens, für dessen Anschauung und Erkenntniß die Sinne nicht mehr zureichen, das wir nur durch die Vervollkommnung der Werkzeuge unseres Geistes in seiner Größe und Erhabenheit erfassen.

Die Kenntniß der Natur ist der Weg, sie liefert uns die Mittel zur geistigen Vervollkommnung.

Die Geschichte der Philosophie lehrt uns, daß die weisesten Menschen, die größten Denker des Alterthums und aller Zeiten, die Einsicht in das Wesen der Naturerscheinungen, die Bekanntschaft mit den Naturgesetzen als ein ganz unentbehrliches Hülfsmittel der Geistescultur angesehen haben. Die Physik war ein Theil der Philosophie. Durch die Wissenschaft macht der Mensch die Naturgewalten zu seinen Dienern, in dem Empirismus ist es der Mensch, der ihnen dient; der Empiriker wendet, wie bewußtlos, einem untergeordneten Wesen sich gleichstellend, nur einen kleinen Theil seiner Kraft dem Nutzen der menschlichen Gesellschaft zu. Die Wirkungen regieren seinen Willen, während er durch

Einsicht in ihren innern Zusammenhang die Wirkungen beherrschen könnte.

Man wird diese Einleitung nicht unpassend, sondern an ihrem Platze finden, wenn ich in einem der folgenden Briefe versuche, eines der merkwürdigsten Naturgesetze, welches der neueren Chemie zur Grundlage dient, zu erläutern.

Wenn dem vergleichenden Anatomen ein kleines Knochenstück, ein Zahn, zu einem Buche wird, aus dem er uns die Geschichte des Geschöpfes einer untergegangenen Welt erzählt, seine Größe und Gestalt beschreibt, das Medium, in dem es lebte und athmete, seine Nahrung, ob Pflanze oder Thier, seine Werkzeuge der Fortbewegung uns zeigt, so würde alles dies das Spiel einer regellosen Phantasie genannt werden können, wenn dieses kleine Knochenstück, dieser Zahn, einer Laune des Zufalls, einer Willkür seine Form und Beschaffenheit verdankte. Alles dies ist dem Anatomen möglich, weil ein jeder Theil bestimmten Gesetzen seine Form verdankt, weil, die Form des Theils einmal erkannt, es das Gesetz ist, was das Ganze construirt. Nicht minder wunderbar mag es Vielen scheinen, daß der Chemiker aus dem bekannten Gewichtsverhältniß, in dem sich ein einzelner Körper mit einem zweiten verbindet, die Gewichtsverhältnisse erschließt und festsetzt, in denen der erste Körper mit allen übrigen, mit zahllosen andern Körpern sich verbindet. Die Entdeckung dieser Gesetze, denen sich alle Vorgänge, die Zahl und Maß umfassen, in der organischen sowohl wie in der Welt der Mineralien unterordnen, die alle chemischen Processe regeln und beherrschen, ist der anerkannt wichtigste und in seinen Folgen reichste Erwerb dieses Jahrhunderts.

# Dritter Brief.

Es ist nicht leicht, sich eine Vorstellung über den Umfang des chemischen Wissens in der gegenwärtigen Zeit zu machen, ohne den Blick rückwärts auf vergangene Jahrhunderte zu lenken. Die Geschichte einer Wissenschaft ist eine Seite in der Geschichte des menschlichen Geistes; in Beziehung auf ihre Entstehung und Entwickelung giebt es keine, welche merkwürdiger und lehrreicher wäre, als die Geschichte der Chemie. Der verbreitete Glaube an das jugendliche Alter der Chemie ist ein Irrthum, welcher zufälligen Umständen seine Entstehung verdankt; sie gehört zu den ältesten Wissenschaften.

Derselbe Geist, welcher zu Ende des vorigen Jahrhunderts in einem hochcivilisirten Volke das wahnsinnige Bestreben erweckte, die Denkmale seines Ruhmes und seiner Geschichte zu vernichten, der Göttin der Vernunft Altäre zu erbauen und einen neuen Kalender einzuführen, gab Veranlassung zu dem seltsamen Feste, in welchem Madame Lavoisier in dem Gewande einer Priesterin das phlogistische System auf einem Altar den Flammen übergab, während eine feierliche Musik ein Requiem dazu spielte. Damals vereinigten sich die französischen Chemiker zu einer Aenderung aller bis dahin gebräuchlichen Namen und Bezeichnungsweisen von chemischen Vorgängen und chemischen Verbindungen, es wurde eine neue Nomenclatur eingeführt, welche im Gefolge eines in sich vollendeten neuen Systems sich in allen Ländern die Aufnahme erzwang.

Daher denn die scheinbare große Kluft zwischen der gegenwärtigen und früheren Chemie.

Der Ursprung einer jeden wichtigen Entdeckung, einer jeden gesonderten Beobachtung, welche bis zu Lavoisier's Zeit in irgend einem andern Theil Europa's gemacht worden war, war verwischt, die neuen Namen und geänderten Vorstellungen zerrissen allen Zusammenhang mit der Vergangenheit, unser gegenwärtiger Besitz scheint Vielen nur das Erbe der damaligen französischen Schule zu sein und die Geschichte nicht über diese hinaus zu reichen. Dies eben ist der Irrthum.

Wie es kein Ergebniß giebt in der Geschichte der Völker, dem nicht Zustände oder Ereignisse, deren Folge es ist, vorangegangen sind, ganz so verhält es sich mit dem Fortschritt in den Naturwissenschaften. Wie

eine Erscheinung in der belebten oder unbelebten Natur die Bedingungen voraussetzt, durch welche sie entsteht, so wird der Fortschritt in den Naturwissenschaften angebahnt durch vorangegangene Erwerbung von Wahrheiten, welche Ausdrücke für Thatsachen, oder der gegenseitigen Abhängigkeit von Thatsachen sind. Ein neues System, eine neue Theorie ist immer die Folge von mehr oder weniger umfassenden, der herrschenden Lehre widersprechenden Beobachtungen; zu Lavoisiers Zeit waren alle Körper, alle Erscheinungen, mit deren Studium er sich beschäftigt hat, bekannt; er hat keinen neuen Körper, keine neue Naturerscheinung entdeckt, alle durch ihn festgestellten waren die nothwendigen Folgen von Arbeiten, die den seinigen vorangegangen waren; sein unsterbliches Verdienst war es, den Körper der Wissenschaft mit einem neuen Sinn begabt zu haben, alle Glieder waren bereits vorhanden und in die richtige Verbindung gebracht.

Die Chemie umfaßt die Wirkungen von Naturkräften der verborgensten Art, die sich nicht wie viele physikalische Kräfte, wie das Licht, die Schwere, durch Thätigkeiten kund geben, welche täglich die Aufmerksamkeit der Menschen auf sich ziehen; es sind Kräfte, welche nicht in Entfernungen wirken, deren Aeußerungen nur bei der unmittelbaren Berührung verschiedenartiger Materien wahrnehmbar sind. Es gehörten Jahrtausende zu, um die Welt von Erscheinungen zu schaffen, woraus die Chemie zu Lavoisier's Zeiten bestand. Unzählige Beobachtungen mußten gemacht sein, ehe man im Stande war, die auffallendste chemische Erscheinung, das Brennen eines Lichtes, zu erklären, ehe man die verborgenen Fäden auffand, welche zum Bewußtsein führten, daß das Rosten des Eisens in der Luft, das Bleichen der Farben, der Athmungsproceß der Thiere abhängig von derselben Ursache ist.

Um zu den chemischen Kenntnissen zu gelangen, über die wir heute verfügen, war es nöthig, daß Tausende von Männern, mit allem Wissen ihrer Zeit ausgerüstet, von einer unbezwinglichen, in ihrer Heftigkeit an Raserei grenzenden Leidenschaft erfüllt, ihr Leben und Vermögen und alle ihr Kräfte daransetzten, um die Erde nach allen Richtungen zu durchwühlen, daß sie, ohne müde zu werden und zu erlahmen, alle bekannten Körper und Materien, organische und unorganische, auf die verschiedenartigste und mannichfaltigste Weise mit einander in Berührung brachten; es war erforderlich, daß dies fünfzehn Jahrhunderte hindurch geschah.

Es war ein mächtiger unwiderstehlicher Reiz, der die Menschen antrieb, sich mit einer Geduld und Ausdauer, die ohne Beispiel in der Geschichte ist, mit Arbeiten zu beschäftigen, welche kein Bedürfniß der Zeit befriedigten. Es war das Streben nach irdischer Glückseligkeit.

Eine wunderbare Fügung pflanzte in die Gemüther der weisesten und erfahrensten Männer die Idee der Existenz eines in der Erde verborgenen Dinges, durch dessen Auffindung der Mensch in den Besitz dessen gelangen kann, was die höchsten Wünsche der höheren Sinnlichkeit umschließt: Gold, Gesundheit und langes Leben. Das Gold giebt die Macht, ohne Gesundheit giebt es kein Ge-

nießen, und das lange Leben tritt an die Stelle der Unsterblichkeit. (Goethe.)

Diese drei obersten Erfordernisse der irdischen Glückseligkeit glaubte man vereinigt in dem Stein der Weisen; die Aufsuchung der jungfräulichen Erde, des Mittels zur Darstellung der geheimnißvollen Substanz, welche in der Hand der Weisen oder Wissenden jedes unedle Metall in Gold verwandelt, das, wie man später glaubte, in seiner höchsten Vollkommenheit als Arzneimittel gebraucht, alle Krankheiten heilt, den Körper verjüngt und das Leben verlängert, war aber tausend Jahre lang der alleinige und Hauptzweck aller chemischen Arbeiten.

Um das Wesen der Alchemie richtig aufzufassen und zu beurtheilen, muß man sich daran erinnern, daß man bis zum sechszehnten Jahrhundert die Erde für den Mittelpunkt des Weltalls hielt, das Leben und die Schicksale der Menschen wurden als in engster Verbindung stehend betrachtet mit der Bewegung der Gestirne. Die Welt war ein großes Ganzes, ein Organismus, dessen Glieder in ununterbrochener Wechselwirkung standen. „Nach der Erde hin strahlen von allen Enden des Himmels die schöpferischen Kräfte und bestimmen das Irdische.“ (Roger Baco.)

„Ißt Jemand ein Stück Brod, sagt Paracelsus, genießt er nicht in demselben Himmel und Erde und alle Gestirne, in so fern der Himmel durch seinen befruchtenden Regen, die Erde durch das Feld und die Sonne durch ihre leuchtenden und erwärmenden Strahlen an der Hervorbringung desselben mitgewirkt haben und das Ganze im Einzelnen gegenwärtig ist.“

Was auf der Erde geschah, stand am Himmel in Sternenschrift, das am Himmel Geschriebene mußte auf der Erde geschehen, Mars oder Venus, oder ein anderer Planet regierten von der Geburt an die Thaten und Erlebnisse der einzelnen Menschen; die in ihrer Erscheinung regellosen Kometen galten als drohende Schriftzeichen der Bedrängniß und Noth ganzer Völkerschaften.

Die Erkenntniß und Betrachtung der Natur und ihrer Kräfte umfaßte die Wissenschaft der Magie; mit der Heilkunst verbunden galt sie für den Inbegriff geheimer Weisheit. In den Erscheinungen des organischen Lebens, in großartigen Naturwirkungen, im Donner und Blitz, im Sturm und Hagel erkannte man das Walten unsichtbarer Geister.

Was ein Denker sich durch Beobachtung erworben hatte, war ein Besitz, dessen Quelle der Menge nicht erkennbar war, er war ein Zeichen des Verkehrs mit übernatürlichem Wesen, sein Wissen galt als Macht, mit ihm beherrschte er die Geister. „Die Dämonen, sagt Cäsalpinus, erkennen durch den innern Sinn, ohne eines Körpers zu bedürfen, aber ohne natürliche Mittel können sie auf Menschen und Thiere keinen Einfluß äußern. — Die von der argen Art erregen die Behexungen und allerlei Unfälle.“ Vier Jahrhunderte lang brachte die Jurisprudenz der Idee des Bestehens von Bündnissen der Menschen mit dem bösen Geiste Tausende von Menschenopfern; man war über-

zeugt von der Existenz von Verträgen der seltsamsten Art, in so fern keine der Parteien irgend einen Nutzen daraus zog, denn die Unglücklichen, welche ihre Seele dem Teufel verschrieben hatten, lebten größtentheils im Elend und tiefer Armuth und tauschten dafür nicht einmal weltliche Freuden ein, und ihr Antheil an himmlischer Seligkeit, welchen der Teufel erwarb, war für ihn ein werthloser Besitz. (Carriere.)

Mit diesem Zustande der Entwickelung des menschlichen Geistes verglichen, war die Alchemie in Beziehung auf Naturerkenntniß andern Naturwissenschaften voraus; die Chemie stand damals und bis zum 15. Jahrhundert auf derselben Stufe, sie war in ihrer Ausbildung nicht weiter zurück wie die Astronomie.

Die Idee des Steins der Weisen, als eines Mittels zur Verwandlung der unedlen Metalle in Gold, wurde vorzüglich durch die Araber von Aegypten aus verbreitet. Durch die Eroberung von Aegypten gelangten die Araber in den Besitz von naturwissenschaftlichen Kenntnissen, ursprünglich vielleicht der Erwerb einer eifersüchtigen Priesterkaste, welche als Mysterien in den Tempeln gelehrt, nur den Eingeweihten zugänglich waren. Schon Herodot und Plato hatten in diesem Lande Unterricht und Belehrung gefunden. Neunhundert Jahre vor der Eroberung war bereits in der alexandrinischen Akademie ein Mittelpunkt wissenschaftlicher Thätigkeit gebildet, und noch zur Zeit der Verbrennung der großen Büchersammlung durch die Araber war Alexandrien der Sitz und der wichtigste Zufluchtsort griechischer Wissenschaft. In diesem geistig frischen Volke, in welchem der Fatalismus Mohameds, im Widerspruch mit der Entwickelung der Heilkunde, so wie die Gebote ihres religiösen Gesetzbuches, welche das Grübeln ausdrücklich untersagten, die Pflege der Wissenschaften, der Medicin, der Astronomie, der Mathematik, nicht zu hindern vermochten, fanden die Vorstellungen der alexandrinischen Gelehrten über Metallverwandlung einen empfänglichen, vorbereiteten und fruchtbaren Boden.

Zur Zeit als Bagdad, Bassora und Damaskus Mittelpunkte des Welthandels waren, gab es kein Volk der Erde, welches geschickter und thätiger im Erwerb und begieriger nach Gewinn und Gold war, als die Araber. In ihren Märchen und Sagen sind uns die Lieblingswünsche der damaligen Zeit, die bewegenden Ursachen der Thätigkeit des Volkes aufbewahrt. Während die Elfen und Nixen, die Zwerge und Undinen der germanischen Sagen Spender von Schwertern waren, denen kein Feind widerstand, oder von Salben, welche alle Wunden heilten, von Bechern, die sich niemals leerten, oder Tischen, die immer gedeckt waren, sind die Geister der Tausend und einen Nacht stets die Bewahrer von unermeßlichen Schätzen, die Hüter von Gärten mit Bäumen von Gold und Früchten von edlen Steinen. Die Wunderlampe der arabischen Erzähler, durch welche der Mensch in den Besitz dieser Herrlichkeiten gelangen konnte, war offenbar als etwas eben so Erreichbares und Wirkliches angesehen, als wie die Besen, auf welchen viele Jahrhunderte später die Hexen auf den Blocksberg ritten, um in

rasenden Tänzen die Walpurgisnacht zu feiern; sie gestaltete sich in Aegypten in den Steinen der Weisen.

Durch die arabischen Hochschulen wurde das Streben nach der Auffindung des Steins der Weisen und damit der Erwerb chemischer Kenntniß und die ganze wissenschaftliche Richtung dem nordwestlichen Europa mitgetheilt. Nach dem Muster der Hochschulen zu Cordova, Sevilla, Toledo, welche seit dem 10. Jahrhundert von Wißbegierigen aus allen Ländern besucht wurden, entstanden zu Paris, Salamanca, Padua 2c. Sitze der Wissenschaften, und dem Culturzustand der damaligen Zeit gemäß wurden die christlichen Geistlichen die alleinigen Besitzer und Verbreiter der Forschungen der arabischen Gelehrten; noch viele Jahrhunderte später blieb die sprichwörtlich gewordene dunkle Erklärungsweise der ägyptischen Priester, ihr mystischer, bilderreicher, mit religiösen Ideen gemischter Styl der Alchemie eigenthümlich.

Aus den Schriften Geber's, des Plinius des achten Jahrhunderts, ergiebt sich ein Umfang von chemischen Erfahrungen, welcher für diese Zeit Bewunderung erweckt und die Theorien der großen Naturforscher des 13. Jahrhunderts, Roger Baco's und Albert's von Bollstadt (Albertus Magnus, Bischof in Regensburg), können an Ideenreichthum und umfassender Naturanschauung nur mit denen der neueren naturphilosophischen Schulen verglichen werden.

Wie wir noch heute die Körper nach ihrer Aehnlichkeit oder Gleichheit in gewissen Eigenschaften in Gruppen ordnen, ganz so geschah dies zu Geber's Zeit. Die Metalle haben gewisse Grundeigenschaften gemein, der Metallglanz gehört allen an, es giebt Metalle, welche im Feuer unveränderlich sind, es waren die sogenannten edlen Metalle; die Mehrzahl der andern verliert im Feuer den Glanz und die Dehnbarkeit; es waren dies die unedlen Metalle; außer diesen unterschied man noch die unvollkommenen, oder sogenannten Halbmetalle.

Dem Metallglanz nach konnte damals der Bleiglanz, der Schwefelkies nicht von den Metallen getrennt werden; der Bleiglanz stand dem Blei, der Schwefelkies dem Gold in der Farbe nahe. Aus dem Bleiglanz und dem Schwefelkies konnte Schwefel ausgetrieben werden, aus dem ersteren erhielt man ohne Aenderung der Farbe und des Glanzes metallisches, dehnbares, schmelzbares Blei; was war natürlicher als zu glauben, daß der Schwefel ein Bestandtheil der Metalle sei, durch dessen Verhältniß ihre Eigenschaften bedingt seien. Durch Austreiben von Schwefel wurde der Bleiglanz in Blei verwandelt, war es nicht wahrscheinlich, daß durch Entfernung von etwas mehr Schwefel eine noch größere Veredlung des Bleies bewirkt werden könnte?

In der That erhielt man aus dem Blei, indem man es einer weiteren Behandlung im Feuer aussetzte (durch das Abtreiben), eine gewisse Menge Silber, aus dem Silber schied man Gold. Die Alchemie betrachtete diese Scheidungen als Erzeugungen, das Blei, Silber und Gold als Producte ihrer Processe. War es nicht wahrscheinlich, daß durch Vervollkommnung der Processe alles Blei im Bleiglanz in Silber, alles Silber in Gold umgewandelt werden könnte? Die Erfahrung

hatte bewiesen, daß durch eine jede Verbesserung des Verfahrens mehr Blei, mehr Silber, mehr Gold aus derselben Menge Bleiglanz genommen werde.

Die Verdampfbarkeit des Quecksilbers war bekannt; was war natürlicher, als vorauszusetzen, daß der Verlust der metallischen Eigenschaften bei der Verkalkung der unvollkommenen Metalle durch das Feuer, daß das Rosten derselben auf einer Entweichung von einer Art Mercur beruhe?

Noch heute setzt die gewöhnliche Erfahrung in vielen Stoffen, welche eine Farbe besitzen, einen Farbestoff voraus; die rothe Farbe des Rubins, die grüne des Smaragds, die blaue des Saphirs beruht auf ähnlichen Ursachen wie die Farbe der gefärbten Zeuge. Das weiche Eisen kann durch eine kleine Beimischung eines fremden Körpers hart, das harte Roheisen durch eine gewisse Behandlung weich und dehnbar gemacht werden; das rothe Kupfer kann durch Behandlung mit Galmei eine dem Golde ähnliche Farbe erhalten, dasselbe Metall durch Arsenik silberweiß erhalten werden; das Gold erhält durch Erhitzen mit Salmiak eine rothgelbe Farbe, durch Borax wird es bleich; in gewöhnlicher Tinte (welche Kupfervitriol enthält) verwandeln unsere Kinder noch heute das Eisen in Kupfer, indem jenes für die Wahrnehmung verschwindet; aus dem Sand gewisser Flüsse erhielt man Gold, aus rothem Lehm mit Oel geglüht bekam man Eisen.

Was war dem unerfahrenen Geiste natürlicher, als zu glauben, daß die Eigenschaften der Metalle von Dingen, von gewissen Bestandtheilen herrühren, daß durch Entziehung oder Hinzuführung von gewissen Stoffen das Blei oder Kupfer die Eigenschaften des Silbers oder Goldes erlangen könne? Die unvollkommene Tinctur gab die Farbe, eine vollkommenere konnte die fehlenden Eigenschaften geben!

Daß die alten Alchemisten Schwefelverbindungen der Metalle für Metalle selbst hielten, wird Niemand in Verwunderung setzen, welcher weiß, daß die heutigen Chemiker 26 Jahre lang ein Oxid (Uranoxidul) und eine Stickstoffverbindung (Stickstofftitan) für einfache Metalle angesehen und gehalten haben.

Es giebt, sagt Geber, wie diese in seinem Sinne unzweifelhaften Thatsachen beweisen, Mittel der Erzeugung und Verwandlung der Metalle, und zwar bestehen sie aus dreierlei Medicinen. Die der ersten Ordnung sind die rohen Materialien wie sie die Natur liefert (Erze.) Die der zweiten Ordnung sind die durch chemische Processe gereinigten der ersten Ordnung; durch weitere Veredelung und Fixirung entsteht die Medicin der dritten Ordnung, dies ist das große Magisterium, die rothe Tinctur, das große Elexir, der Stein der Weisen.

In allen Metallen, so glaubte man, ist ein Princip enthalten, welches ihnen den Charakter der Metallität ertheilt, es ist der Mercur der Weisen; Bereicherung eines unedlen Metalls an dem Princip ist Veredelung desselben. Zieht man aus irgend einem Stoffe oder Metall das metallische Princip aus, steigert man seine Kraft durch Läuterung und stellt so die Quintessenz der Metallität dar, so hat man den Stein, der, auf unreife Metalle gebracht, diese in edle verwandelt. Die Wirkung

des Steins der Weisen wurde von Vielen ähnlich der eines Ferments angesehen. „Verwandelt nicht die Hefe die Pflanzensäfte, das Zuckerwasser durch die Umsetzung der Bestandtheile in das verjüngende und stärkende Wasser des Lebens (aqua vitae), bewirkt es nicht die Ausscheidung aller Unreinigkeiten! Verwandelt nicht der Sauerteig das Mehl in nährendes Brod!“ (Georg Rippel. 15. Jahrhundert.)

In seiner größten Vollkommenheit, als Universal, genügte nach Roger Baco ein Theil, um eine Million Theile, nach Raymund Lullus sogar tausend Billion Theile unedles Metall in Gold zu verwandeln. Nach Basilius Valentinus erstreckt sich seine Kraft nur auf 70 Theile, nach John Price (dem letzten Goldmacher des 18. Jahrhunderts) nur auf 30 bis 60 Theile unedles Metall.

Zur Darstellung des Steins der Weisen gehörte vor allem die rohe erste Materie, die Adamserde, jungfräuliche Erde; sie ist zwar überall verbreitet, aber ihre Auffindung an gewisse Bedingungen, welche nur der Eingeweihte kennt, geknüpft. Hat man diese, sagt Isaac Hollandus, so ist die ganze Darstellung des Steins ein Werk der Weiber, ein Spiel für Kinder. Aus der materia prima cruda oder remota erhält der Philosoph den Mercur der Weisen, verschieden von dem gemeinen Quecksilber, die Quintessenz, die Bedingung der Erzeugung aller Metalle. Zu diesem wird philosophisches Gold gesetzt und die Mischung in einem Brütofen, welcher die Gestalt eines Ei's haben muß, längere Zeit gelassen. Man erhält jetzt einen schwarzen Körper, das Rabenhaupt, Caput Corvi, welcher nach längerem Verweilen in der Wärme sich in einen weißen verwandelt, dies ist der weiße Schwan. Bei längerem und stärkerem Feuer wird die Materie gelb und endlich glänzend roth und mit dieser ist das große Werk vollbracht.

Andere Beschreibungen der Bereitungsmethode des Steins der Weisen sind durch Einmischung mystischer Anschauungsweisen noch dunkler und geheimnißvoller. Die Gewohnheit, Zeitlängen mittelst Gebeten zu bestimmen, ging im 10. und 12. Jahrhundert in die Laboratorien der Alchemisten über, und es ist leicht erklärlich, wie allmälig das Gelingen der Operationen wesentlich bedingt von der Wirksamkeit des Gebetes angesehen wurde, was ursprünglich nur die Dauer derselben bezeichnen sollte. Im 17. Jahrhundert war die Umkehrung alchemistischer Ideen in religiöse Begriffe so vollkommen, daß man für letztere häufig die alchemistischen Ausdrücke gebrauchte. In den Schriften der mystischen Secten (z. B. des Schwärmers Jacob Böhme, † 1624) bedeutet Stein der Weisen nicht mehr die golderzeugende Substanz, sondern „Bekehrung“, der irdene Ofen ist der irdische Leib, der grüne Löwe der Löwe David's ꝛc.

Vor der Erfindung der Buchdruckerkunst war es leicht, das, was ein Alchemist erforscht hatte, geheim zu halten; er tauschte es nur gegen die Erfahrungen anderer Eingeweihten aus. Die chemischen Processe, welche sie bekannt machten, sind klar und verständlich, insoweit dieselben zu keinem Resultate in Hinsicht auf den Hauptzweck ihres Strebens führten; ihre Ansichten und Arbeiten über das große Magisterium

drückten sie in Bildern und Symbolen aus: in einer unverständlichen Sprache sagten sie, was ihnen selbst nur dämmernde Vermuthung war.

Worüber man am meisten sich wundern muß, ist offenbar der Umstand, daß die Existenz des Steins der Weisen so viele Jahrhunderte hindurch als eine über jeden Zweifel erhabene Wahrheit gelten konnte, obwohl ihn Keiner besaß, und Jeder behauptete, daß ihn ein Anderer besitze.

Wer konnte in der That einen Zweifel hegen, nachdem van Helmont erzählt hatte (1618), daß ihm mehrmals von unbekannter Hand $1/4$ Gran des kostbaren Körpers zugestellt worden sei, womit er 8 Unzen Quecksilber in reines Gold verwandelt habe! Hatte nicht Helvetius, der ausgezeichnete Leibarzt des Prinzen von Oranien, der bittere Widersacher der Alchemie, selbst in seinem Vitulus aureus quem mundus adorat et orat (1667) erzählt, die bündigsten Beweise der Existenz des Steins der Weisen erhalten zu haben? Denn er, der Zweifler, hatte von einem Fremden ein Stückchen von der Größe eines halben Rübsamenkorns erhalten, und damit in Gegenwart seiner Frau und seines Sohnes 6 Drachmen Blei in Gold verwandelt, was die Prüfung der Münzwardeine in Haag bestand! Wurden nicht in Gegenwart des Kaisers Ferdinand III. zu Prag (1637 bis 1657) mit Hülfe von einem Gran eines rothen Pulvers, welches er von einem gewissen Richthausen, und dieser von einem Unbekannten erhalten hatte, durch den Oberbergmeister Graf von Ruß drittehalb Pfund Quecksilber in feines Gold verwandelt, woraus eine große Medaille geprägt wurde (Kopp. II. 171), worauf der Sonnengott (Gold) dargestellt war, Mercurs Schlangenstab haltend (um die Entstehung aus dem Quecksilber anzudeuten) mit der Umschrift Divina Metamorphosis exhibita Pragae XV. Jan., An MDCXLVIII in Praesentia Sac. Caes. Maj. Ferdinandi Tertii etc. (sie soll noch 1797, wie J. F. Gmelin berichtet, sich in der Schatzkammer zu Wien befunden haben). Auch der Landgraf von Hessen-Darmstadt, Ernst Ludwig, hatte, so erzählen die Alchemisten, von unbekannter Hand ein Päckchen mit rother und weißer Tinctur erhalten, nebst Anweisung sie zu gebrauchen. Von dem Golde, was er damit aus Blei darstellte, wurden Ducaten geprägt, und aus dem Silber die hessischen Speciesthaler von 1717, auf welchen steht: Sic Deo placuit in tribulationibus. (Kopp. II. 271.)

Es ist wohl kaum zu bezweifeln, daß es den Liebhabern der Alchemie in den eben bezeichneten Fällen ergangen ist wie dem berühmten und hochverdienten Professor der Theologie Joh. Sal. Semler in Halle († 1791), der sich 1786 mit einer damals berühmten Universalarznei, welche ein gewisser Baron von Hirsch unter dem Namen Luftsalz feil bot, beschäftigte; er glaubte gefunden zu haben, daß in diesem Salze, angefeuchtet und warm gehalten, sich Gold erzeuge. Er schickte 1787 eine Portion dieses Salzes sammt darin gewachsenem Golde an die Akademie zu Berlin. Klaproth, der es untersuchte, fand darin Glaubersalz, Bittersalz in ein Harnmagma eingehüllt und Blattgold in hübschen Dimensionen. Semler schickte auch an Klaproth Salz,

in welchem noch kein Gold gewachsen sei, und einen Liquor, welcher „den Goldsamen enthalte und das Luftsalz in der Wärme befruchte,“ es zeigte sich indeß, daß das Salz bereits mit Gold vermengt war. Semler glaubte fest an die Entstehung des Goldes, er schrieb 1788: „2 Gläser tragen Gold, alle 5 oder 6 Tage nehme ich es ab, 12 bis 15 Gran, 2 bis 3 andere sind auf dem Wege, und das Gold blüht unten durch.“ Eine neue Sendung an Klaproth in Blättern von 4 bis 9 Quadratzoll zeigte, daß die Pflanze sich verschlechtert hatte, sie trug jetzt unechtes Gold, Tomback. Die Sache klärte sich dahin auf, daß Semler's Diener, welcher des Treibhauses warten sollte, Gold in die Gläser gelegt hatte, um seinen Herrn zu vergnügen; bei einer Verhinderung des Dieners übernahm dessen Frau das Geschäft, welche indeß der Meinung war, daß unechtes Gold wohlfeiler sei und denselben Zweck erfülle.

Im 14., 15. und 16. Jahrhundert war man aber mit den Mitteln echtes Gold und Silber von gold- und silberähnlichen Gemischen zu unterscheiden, nicht so vertraut als zu Semler's Zeit. Die großartigen Betrügereien, welche von den Goldmachern verübt wurden, vermochten den Glauben an die Wirklichkeit der Metallverwandlung nicht zu schwächen; Heinrich VI. von England (1423) forderte in vier aufeinanderfolgenden Decreten alle Edlen, Professoren und Geistlichen auf, sich dem Studium der Kunst nach Kräften zu widmen, damit man Mittel gewinne, die Staatsschulden zu bezahlen. Die Geistlichen namentlich, meinte der König, sollten sich um die Erfindung des Steins der Weisen bemühen, da sie ja Brod und Wein in Christi Leib und Blut verwandeln könnten, so werde es ihnen mit Gottes Hülfe auch gelingen, eine Verwandlung der unedlen Metalle in Gold zu bewirken. Welchen Erfolg diese Decrete hatten, wird man daraus entnehmen können, daß das schottische Parlament in allen Häfen des Reichs, und namentlich an der Grenze zu wachen befahl, daß kein falsches Gold eingebracht werde, und es sollen die Nachkommen dieser Goldmacher noch jetzt in Birmingham bestehen.

Im 16. Jahrhundert befanden sich Alchemisten an allen Höfen der Fürsten; Kaiser Rudolph II., Friedrich von der Pfalz waren als Gönner der Alchemie berühmt. In allen Ständen beschäftigte man sich mit dem Goldmachen, und strebte in den Besitz des großen Geheimnisses zu gelangen. Ganz ähnlich wie heutzutage von Fürsten, Privatpersonen und Gesellschaften große Summen für bergmännische Unternehmungen zur Aufsuchung von Erzen, Steinkohlen oder Salzlagern verwendet werden, so geschah es im 16. und 17. Jahrhundert für die zur Entdeckung des Steins der Weisen nöthigen Arbeiten. Eine Menge Abenteurer tauchten auf, welche an den Höfen der Mächtigen das Glück versuchten als Adepten (Besitzer des Geheimnisses) zu gelten, aber es war ein gefährliches Spiel. Denn diejenigen, denen es an dem einen oder andern Hofe gelang, durch geschickt ausgeführte Metallverwandlungen sich als Adepten zu legitimiren, und welche Ehre und reichen Lohn davon trugen, scheiterten zuletzt an andern, und ihr Ende war in der

Regel in einem mit Flittergold beklebten Kleide an gleichfalls vergoldete Galgen aufgehängt zu werden. Die andern, welche des Betruges nicht überführt werden konnten, büßten in den Händen habsüchtiger Fürsten durch Gefangenschaft und Folterqualen die Ehre, Besitzer des Steins der Weisen zu sein. Das grausame Verfahren gegen diese galt als der stärkste Beweis für die Wahrheit ihrer Kunst. (Kopp.)

Baco von Verulam, Luther, Benedict Spinoza, Leibnitz glaubten an den Stein der Weisen und an die Möglichkeit der Metallverwandlung, und es zeigen die Urtheilssprüche juristischer Facultäten, welche Tiefe und welchen Umfang die Ideen dieser Zeit gewonnen hatten. Die juristische Facultät zu Leipzig erklärte (1580) in ihrem Urtheil gegen David Beuther diesen für überwiesen der Kenntniß des Steins der Weisen, und im Jahre 1725 gab dieselbe Facultät ein Gutachten ab in der Sache der Gräfin Anna Sophie von Erbach gegen ihren Gemahl Graf Friedrich Karl. Die erstere hatte auf ihrem Schlosse Frankenstein einem als Wilddieb verfolgten Flüchtling Schutz gewährt, und zum Dank dieser, der ein Adept war, der Gräfin das Silbergeschirr in Gold verwandelt. Der Graf nahm die Hälfte davon in Anspruch, weil der Zuwachs des Werthes auf seinem Gebiet und in der Ehe erworben sei. Die Rechtsfacultät entschied gegen ihn, weil das streitige Object vor der Verwandlung Eigenthum der Gräfin gewesen sei, und sie durch Verwandlung das Besitzrecht nicht verlieren könne. (Kopp.)

Man ist in unserer Zeit nur zu sehr geneigt, die Ansichten der Schüler und Anhänger der arabischen Schule und der späteren Alchemisten über Metallverwandlung als eine Verirrung des menschlichen Geistes anzusehen und seltsamer Weise zu beklagen; aber der Begriff des Wandelbaren und Veränderlichen entspricht der allgemeinsten Erfahrung und geht dem des Unveränderlichen stets voraus.

Vor der Einführung der Waage und der Entwickelung der chemischen Analyse war kein wissenschaftlicher Grund vorhanden für die Meinung, daß das Eisen in einem rothen, das Kupfer in einem blauen oder grünen Steine als solche vorhanden und nicht Erzeugnisse des Processes seien, der zu ihrer Gewinnung dient. Waren aber die Metalle erzeugte (Producte) und nicht ausgeschiedene Stoffe (Educte), so waren sie auch verwandelbar; alles hing dann vom Processe ab.

Erst durch die Einführung der Daltonischen Lehre wurde in der Annahme fester, nicht weiter theilbarer Theilchen (Atome) der Begriff von chemisch einfachen Körpern in der Wissenschaft festgestellt; aber die Vorstellung, die man damit verbindet, ist so wenig naturgemäß, daß kein Chemiker der gegenwärtigen Zeit die Metalle für 48 einfache unzerlegbare Körper, für Elemente hält. Aber noch vor einer kleinen Anzahl Jahre glaubte Berzelius fest an die Zusammengesetztheit des Stickstoffs, des Chlors, Broms und Jods, und wir lassen die einfachen Körper nicht deshalb für solche gelten, weil wir wissen, daß sie unzerlegbar sind, sondern weil ihre Zerlegbarkeit wissenschaftlich in diesem Augenblick nicht beweisbar ist. Wir halten es aber nicht für unmöglich, daß dies morgen geschehe. Im Jahre 1807 galten die Alkalien,

alkalische Erden und Erden für einfache Körper, von denen wir durch H. Davy wissen, daß sie zusammengesetzt sind.

In dem letzten Viertel des vorigen Jahrhunderts glaubten viele der ausgezeichnetsten Naturforscher an die Verwandelbarkeit des Wassers in Erde, und es war diese Meinung so verbreitet, daß es der größte Chemiker seiner Zeit, Lavoisier, für angemessen hielt, durch eine Reihe schöner Versuche die Gründe, worauf sie sich stützte, einer Untersuchung zu unterwerfen und den Irrthum darzuthun. Die Erzeugung von Kalk während der Bebrütung der Hühnereier, die von Eisen und Metalloxyden in dem thierischen und vegetabilischen Lebensproceß, fand noch in diesem Jahrhundert warme und scharfsinnige Vertheidiger.

Die Unkenntniß der Chemie und ihrer Geschichte ist der Grund der sehr lächerlichen Selbstüberschätzung, mit welcher Viele auf das Zeitalter der Alchemie zurückblicken, wie wenn es möglich oder überhaupt denkbar wäre, daß über tausend Jahre lang die kenntnißreichsten und scharfsinnigsten Männer, ein Baco von Verulam, Spinoza, Leibnitz eine Ansicht für wahr hätten halten können, der aller Boden gefehlt und welche keine Wurzel gehabt hätte! Muß nicht im Gegentheil als ganz unzweifelhaft vorausgesetzt werden, daß die Idee der Metallverwandlung mit allen Beobachtungen dieser Zeit in vollkommenster Uebereinstimmung und mit keiner im Widerspruch stand?

In der ersten Stufe der Entwickelung der Wissenschaft konnten die Alchemisten über die Natur der Metalle keine andere Vorstellung haben, als die, welche sie hatten, keine andere Vorstellung war zulässig oder möglich, sie war darum naturgesetzlich nothwendig. Man sagt, daß die Vorstellung des Steins der Weisen ein Irrthum gewesen sei; aber alle unsere Ansichten sind aus Irrthümern hervorgegangen. Was wir heute für wahr halten ist vielleicht morgen schon ein Irrthum.

Eine jede Ansicht, welche zum Arbeiten antreibt, den Scharfsinn weckt und die Beharrlichkeit erhält, ist für die Wissenschaft ein Gewinn; denn die Arbeit ist es, welche zu Entdeckungen führt. Die drei Kepler'schen Gesetze, welche als die Grundlage der heutigen Astronomie gelten, sind nicht aus richtigen Vorstellungen über die Natur der Kraft, welche die Planeten in ihren Bahnen und ihrer Bewegung erhält, hervorgegangen, sondern es sind einfache Resultate der Experimentirkunst.

Die lebhafteste Einbildungskraft, der schärfste Verstand ist nicht fähig, einen Gedanken zu ersinnen, welcher vermögend gewesen wäre, mächtiger und nachhaltiger auf den Geist und die Kräfte der Menschen einzuwirken, als wie die Idee des Steins der Weisen. Ohne diese Idee würde die Chemie in ihrer gegenwärtigen Vollendung nicht bestehen, und um sie ins Leben zu rufen und in 1500 oder 2000 Jahren auf den Standpunkt zu bringen, auf dem sie sich heute befindet, würde sie auf's neue geschaffen werden müssen. Es war dieselbe Macht, welche mit und nach Columbus tausende von Abenteurern ihr Vermögen und Leben wagen ließ, um eine neue Welt zu entdecken, welche in unsern Tagen Hunderttausende treibt, die Felsengebirge des Westens in Amerika zu übersteigen,

um Cultur und Gesittung gleichmäßig auf diesem Theil des Erdballs zu verbreiten.

Um zu wissen, daß der Stein der Weisen nicht existirte, mußte alles der Untersuchung und Beobachtung Zugängliche, entsprechend den Hülfsmitteln der Zeit, untersucht und beobachtet werden; darin liegt aber der an's Wunderbare grenzende Einfluß dieser Idee: ihre Macht konnte erst gebrochen werden, wenn die Wissenschaft eine gewisse Stufe ihrer Vollendung erreicht hatte; Jahrhunderte hindurch, wenn Zweifel erwachten, und die Arbeitenden in ihren Bemühungen ermatteten, trat zu rechter Zeit ein räthselhafter Unbekannter auf, der einen hervorragenden glaubwürdigen Mann von der Wirklichkeit des großen Magisteriums überzeugte.

Ein der Wissenschaft Unkundiger, der sich die Mühe giebt, eine einzige Seite eines Handbuchs der Chemie durchzulesen, muß in Erstaunen versetzt werden von der Masse der einzelnen Thatsachen, welche darauf verzeichnet sind; ein jedes Wort beinahe in einem solchen Werk drückt eine Erfahrung, eine Erscheinung aus. Alle diese Erfahrungen boten sich dem Beobachter nicht von selbst dar, sie mußten mühsam aufgesucht und errungen werden. Auf welchem Standpunkt wäre die heutige Chemie ohne die Schwefelsäure, welche eine über tausend Jahre alte Entdeckung der Alchemisten ist, ohne die Salzsäure, die Salpetersäure, das Ammoniak, ohne die Alkalien, die zahllosen Metallverbindungen, den Weingeist, Aether, den Phosphor, das Berlinerblau! Es ist unmöglich, sich eine richtige Vorstellung von den Schwierigkeiten zu machen, welche die Alchemisten in ihren Arbeiten zu überwinden hatten; sie waren die Erfinder der Werkzeuge und der Processe, welche zur Gewinnung ihrer Präparate dienten, sie waren genöthigt, alles was sie brauchten, mit ihren eigenen Händen darzustellen.

Die Alchemie ist niemals etwas anderes als die Chemie gewesen; ihre beständige Verwechslung mit der Goldmacherei des 16. und 17. Jahrhunderts ist die größte Ungerechtigkeit. Unter den Alchemisten befand sich stets ein Kern echter Naturforscher, die sich in ihren theoretischen Ansichten häufig selbst täuschten, während die fahrenden Goldkoche sich und Andere betrogen. Die Alchemie war die Wissenschaft, sie schloß alle technisch-chemischen Gewerbzweige in sich ein. Was Glauber, Böttger, Kunkel in dieser Richtung leisteten, kann kühn den größten Entdeckungen unseres Jahrhunderts an die Seite gestellt werden.

Manche leitende Ideen der gegenwärtigen Zeit erscheinen dem, welcher nicht weiß, was die Wissenschaft bereits geleistet hat, so ausschweifend wie die der Alchemisten. Nicht die Verwandlung der Metalle, welche den Alten so wahrscheinlich schien, sondern viele seltsamere Dinge halten wir für erreichbar. Wir sind an Wunder so gewöhnt worden, daß wir uns über nichts mehr wundern. Wir befestigen die Sonnenstrahlen auf Papier, und senden unsere Gedanken in die größten Entfernungen mit der Schnelligkeit des Blitzes. Wir schmelzen Kupfer im Wasser und gießen daraus Bildsäulen in der Kälte. Wir lassen Wasser, sogar Quecksilber, in rothglühenden Tiegeln zu Eis, zu festem hämmer-

baren Quecksilber gefrieren, und halten es für möglich, ganze Städte aufs glänzendste zu beleuchten mit Lampen ohne Flamme, ohne Feuer, und zu denen die Luft keinen Zutritt hat. Wir stellen eine der kostbarsten Mineralsubstanzen, den Ultramarin, fabrikmäßig dar, und glauben, daß morgen oder übermorgen jemand ein Verfahren entdeckt, aus einem Stück Holzkohle einen prächtigen Diamanten, aus Alaun Saphire oder Rubine, aus Steinkohlentheer den herrlichen Farbstoff des Krapps oder das wohlthätige Chinin, oder das Morphin zu machen; es sind dies lauter Dinge, welche entweder eben so kostbar, oder weit nützlicher sind wie das Gold.

Mit der Entdeckung dieser Dinge beschäftigen sich Alle, und doch kein Einzelner. Es beschäftigen sich alle Chemiker damit, in so fern sie die Gesetze der Veränderungen und Umwandlungen der Körper erforschen, und es beschäftigt sich kein Einzelner damit, in so fern keiner die Erzeugung des Diamants oder des Chinins zur Aufgabe seines Lebens wählt. Gäbe es einen solchen Mann, ausgerüstet mit den erforderlichen Kenntnissen, und dem Muth und der Beharrlichkeit der alten Goldmacher, er würde Aussicht haben diese Aufgabe zu lösen. Nach den neuesten Entdeckungen über die organischen Basen ist es uns gestattet, an alles dieses zu glauben, ohne Jemand das Recht einzuräumen, uns zu verlachen.

Die Wissenschaft hat uns bewiesen, daß der alle diese Wunder vollbringende Mensch aus verdichteter Luft besteht, daß er von unverdichteter und verdichteter Luft lebt, und sich in verdichtete Luft kleidet, daß er seine Nahrung mit Hülfe von verdichteter Luft zubereitet, und damit die größten Lasten mit der Schnelligkeit des Windes fortbewegt. Das Seltsamste hiebei ist, daß tausende dieser auf zwei Beinen gehenden Gehäuse von verdichteter Luft sich zuweilen des Zuflusses und des Erwerbs von verdichteter Luft wegen, die sie zur Ernährung und Kleidung bedürfen, oder ihrer Ehre und Macht wegen, in großen Schlachten durch verdichtete Luft vernichten, und daß viele die Eigenthümlichkeiten des unkörperlichen, selbstbewußten, denkenden und empfindenden Wesens, in diesem Gehäuse, als eine einfache Folge von dessen innerem Bau und der Anordnung seiner kleinsten Theilchen ansehen, während die Chemie den unzweifelhaften Beweis liefert, daß, was diese allerletzte feinste, nicht mehr von den Sinnen wahrnehmbare Zusammensetzung betrifft, der Mensch identisch mit dem niedrigsten Thiere der Schöpfung ist.

Um aber auf die Alchemie zurückzukommen, so vergißt man in ihrer Beurtheilung nur allzusehr, daß eine Wissenschaft einen geistigen Organismus darstellt, in welchem, wie im Menschen, erst auf einer gewissen Stufe der Entwickelung das Selbstbewußtsein sich einstellt. Wir wissen jetzt, daß alle besonderen Zwecke der Alchemisten der Erreichung eines höheren Zieles dienten. Der Weg, der dazu führte, war offenbar der beste.

Um einen Palast zu bauen, sind viele Steine nöthig, welche gebrochen, und viele Bäume, welche gefällt und behauen werden müssen. Der Plan kommt von Oben, nur der Baumeister kennt ihn.

Der Stein der Weisen, den die Alten im dunkeln unbestimmten Drange suchten, ist in seiner Vollkommenheit nichts anderes gewesen, als die Wissenschaft der Chemie.

Ist sie nicht der Stein der Weisen, der uns verspricht, die Fruchtbarkeit unserer Felder zu erhöhen und das Gedeihen vieler Millionen Menschen zu sichern; verspricht sie uns nicht, statt sieben Körner deren acht und mehr auf demselben Felde zu erzielen?

Ist nicht die Chemie der Stein der Weisen, welcher die Bestandtheile des Erdkörpers in nützliche Producte umformt, welche der Handel in Gold verwandelt; ist sie nicht der Stein der Weisen, der uns die Gesetze des Lebens zu erschließen verspricht, der uns die Mitel liefern muß, die Krankheiten zu heilen und das Leben zu verlängern?

Eine jede Entdeckung schließt der Forschung immer ausgedehntere und reichere Gebiete auf, und in den Naturgesetzen suchen wir immer noch nach der jungfräulichen Erde; dieses Suchen wird kein Ende haben.

Der Mangel an Kenntniß der Geschichte ist der Grund, warum man häufig auch auf die zweite Periode der Chemie, auf die phlogistische, mit Geringschätzung, ja mit einer Art von Verachtung zurückblickt. Unser Dünkel findet es unbegreiflich, daß die Versuche von Jean Rey über die Gewichtszunahme der Metalle beim sogenannten Verkalken unbeachtet bleiben, daß neben diesen die Idee des Phlogistons sich entwickeln und Bestand gewinnen konnte. Aber alle Bemühungen in diesem Zeitalter waren auf das Ordnen des Erworbenen gerichtet, nachdem das zu Ordnende vorhanden war. Die Beobachtungen Jean Rey's sind für diese Periode ohne allen Einfluß geblieben, weil sie nicht in Verbindung gebracht waren mit dem Verbrennungsproceß überhaupt; denn wie viele Körper gab es nicht, welche beim Verbrennen leichter wurden, oder welche ganz für die Wahrnehmung verschwanden! Das Ziel aller Arbeiten Becher's und Stahl's und ihrer Nachfolger war eben die Aufsuchung der Erscheinungen, welche in einerlei Classe gehörten und einerlei Ursache ihre Entstehung verdankten.

Daß die Verkalkung der Metalle und die Erzeugung der Schwefelsäure aus Schwefel, so wie die Wiederherstellung der Metalle aus den Metallkalken und die des Schwefels aus der Schwefelsäure analoge Vorgänge seien und mit einander im Zusammenhange stehen, diese große unvergleichliche Entdeckung bedingte den Fortschritt bis zu uns; in ihr liegt eine Wahrheit, welche heute noch als solche gilt und unabhängig ist von der Kenntniß des Gewichtes; ehe man anfangen konnte zu wägen, mußte man wissen was gewogen werden solle; ehe man mißt, muß man eine Beziehung zwischen zwei Dingen kennen, welche festgestellt werden soll. Diese Beziehungen für den wichtigsten aller Processe, den Verbrennungsproceß, entdeckt und dargethan zu haben, ist Stahl's unsterbliches Verdienst.

Wir schätzen die Thatsachen ihrer Unvergänglichkeit wegen, und weil sie den Boden für die Ideen abgeben; den eigentlichen Werth empfängt aber die Thatsache erst durch die Idee, die daraus entwickelt wird. Es fehlten Stahl die Thatsachen, aber die Idee ist sein Eigenthum.

Cavendish und Watt waren beide die Entdecker der Zusammensetzung des Wassers; Cavendish stellte die Thatsachen fest, Watt die Idee. Cavendish sagt: aus brennbarer Luft und dephlogistisirter Luft entsteht Wasser; Watt sagt: Wasser besteht aus brennbarer Luft und dephlogistisirter Luft. In diesen Ausdrücken liegt ein großer Unterschied.

Eine allzugroße Schätzung der bloßen Thatsachen ist übrigens häufig ein Merkzeichen eines Mangels an richtigen Ideen. Nicht der Reichthum, sondern die Ideen-Armuth umgiebt sich mit einem Schwulst von Lappen, oder trägt alte, zerrissene, fadenscheinige oder unpassende Kleider.

Es giebt Ideen von einer Größe und Weite, daß sie, auch völlig durchlöchert, immer noch so viel Stoff übrig lassen, um die Denkkraft einer ganzen Generation ein Jahrhundert lang zu beschäftigen. Eine solche Idee war das Phlogiston.

Das Phlogiston war ursprünglich ein Begriff, und die Frage nach seiner materiellen Existenz so lange ohne alle Bedeutung, als die Idee desselben noch Früchte bringend für das Ordnen, und befruchtend für neue Verallgemeinerungen war. Indem man die Eigenschaft des Gewichtes in die Erklärung mit aufnahm, entdeckte man die Abhängigkeit des Vorganges von einem besonderen Bestandtheile der Luft, die Erscheinung an sich war aber damit nicht besser wie früher erklärt. Das Verhältniß, um wie viel die Luft oder ein Körper beim Verbrennen schwerer wird, war Stahl nicht bekannt, und in welcher Beziehung der Zersetzungsproceß, in dessen Folge Licht- und Wärmeentwickelung statt haben, zu dem Verbindungsproceß oder zu dem Leichter- oder Schwererwerden steht, dies ist ein Problem, das heute noch zu lösen ist. Was Stahl für die Hauptsache hielt, lassen wir zur Seite liegen; dies ist der Unterschied.

Was naturgesetzlich sich entwickelt, kann nicht schneller gehen, als es geht. Erst nach der Bekanntschaft mit dem Verhalten der tastbaren Dinge konnte eine Chemie der unsichtbaren Körper sich gestalten. Der heutige Begriff einer chemischen Verbindung ist aus der pneumatischen Chemie hervorgegangen; zu Stahl's Zeit war der Begriff von dem chemischen Charakter eines Gases oder der Luft noch nicht entwickelt. In der Volumabnahme, in dem Verschwinden eines Gases, da sah und erkannte man erst die chemische Anziehung.

Hales sah (1727) aus einer Menge von Körpern, durch die Einwirkung des Feuers, Luft sich entwickeln; alles, was Luftform und Elasticität besaß, war für ihn Luft, der auffallende Unterschied des kohlensauren Gases, der brennbaren Gase und der gemeinen Luft fiel ihm gar nicht auf. Die Volumabnahme eines Gases bei Berührung mit Wasser, oder in der Verbrennung, erklärte er, nicht durch eine Auflösung oder durch Verbindung, sondern durch den Verlust des Ausdehnungs-Vermögens.

Black's meisterhafte Untersuchungen legten den ersten Grund zur antiphlogistischen Chemie. Der Fundamentalversuch Lavoisier's, die

Verkalkung und Wiederherstellung des rothen Quecksilberoxyds, und die Aufsaugung und Entwickelung eines Bestandtheils der Luft während dieser Processe, ist nur eine Nachahmung der Versuche Black's über den Kalk und die Alkalien. Als Black nachwies, daß der ätzende Kalk, wenn er an der Luft liegt, in milden Kalk übergeht, indem er an Gewicht zunimmt; als er zeigte, daß diese Gewichtszunahme von der Aufnahme eines Gases (der Kohlensäure) aus der Luft herrührte, welches durch Hitze wieder ausgetrieben werden konnte; als er zeigte, daß die Gewichtsvermehrung dem Gewichte des aufgenommenen Gases entsprach, da begann die Epoche der quantitativen Untersuchung. Das Phlogiston verlor seine Bedeutung, an die Stelle der Idee trat ein festgegliedertes Band von Thatsachen.

Noch heute können viele Chemiker Collectivnamen, ähnlich dem Worte Phlogiston, für Vorgänge, von denen man vermuthet, daß sie in einerlei Classe gehören oder von derselben Ursache bedingt werden, nicht entbehren; aber anstatt hierzu Worte zu wählen, welche Dinge bezeichnen, wie dies bis Ende des 18. Jahrhunderts gewöhnlich war, bedienen wir uns seit Berthollet eigens für diesen Zweck erfundener „Kräfte.“ So giebt es kaum etwas, was gegen die Regeln echter Naturforschung mehr streitet, als die Erfindung und der Gebrauch des Wortes Katalyse oder katalytische Kraft; wir alle wissen, daß in diesem Worte keine Wahrheit liegt; aber die Mehrzahl der Menschen kann, aus Mangel an richtigen Begriffen, des Wortes nicht entbehren, und das Bedürfniß des Ordnens und Zusammenbindens wird demselben auch bei anderen so lange Bestand verleihen, bis die Thatsachen, auf die es sich bezieht, in die ihnen zukommenden richtigen Gefächer eingereiht sind.

Man hat gesagt, daß eine jede Wissenschaft sich in drei Perioden entwickele, die erste sei die der Ahnung oder des Glaubens, die zweite die der Sophistik, die dritte endlich die der nüchternen Forschung. Die Alchemie hält man für die religiöse Periode der Wissenschaft, welche später Chemie hieß. Diese Ansicht ist entschieden falsch für die Chemie, so wie für alle inductiven Wissenschaften. Um das Wesen einer Naturerscheinung zu erforschen, sind dreierlei Bedingungen zu erfüllen. Man muß zuerst die Erscheinung an sich, nach allen Seiten hin kennen lernen, sodann ermitteln, in welchem Zusammenhang diese Erscheinung mit anderen Naturerscheinungen steht; und wenn alle diese Beziehungen entdeckt sind, so besteht die letzte Aufgabe darin, diesen Zusammenhang oder das Abhängigkeitsverhältniß zu messen, d. h. durch Zahlen festzustellen*) Die Wissen=

---

*) Die Erscheinung des Aufbrausens des Kalksteins und der Pottasche mit Säuren ist seit den ältesten Zeiten bekannt gewesen; erst im 17. Jahrhundert nahm man wahr, daß es von der Entwickelung einer Luftart herrühre, verschieden von der gemeinen Luft, daß diese Luft in Mineralwassern vorkomme, bei der Gährung sich erzeuge und bei der Verbrennung von Kohle entstehe, daß Thiere darin ersticken, Flammen erlöschen. Es vergingen Jahrhunderte,

schaft der Chemie umfaßt alle Erscheinungen der Körperwelt, welche durch eine gewisse Anzahl derselben Ursachen bedingt werden, und ihre geschichtliche Entwickelung zerfällt in drei Perioden, entsprechend den drei Bedingungen, welche die Erkenntniß einer einzelnen Naturerscheinung voraussetzt.

In der ersten Periode der Chemie waren alle Kräfte der Erkenntniß der Eigenschaften der Körper zugewendet, ihre Eigenthümlichkeiten mußten entdeckt, beobachtet und festgestellt werden: dies ist die Periode der Alchemie. Die zweite Periode umfaßt die Ermittelung der gegenseitigen Beziehungen oder des Zusammenhangs dieser Eigenschaften: dies ist die Periode der phlogistischen Chemie; in der dritten Periode, — dies ist die, in welcher wir uns befinden, — bestimmen wir durch Maß und Gewicht das Verhältniß, in welchem die Eigenschaften der Körper abhängig von einander sind. Die inductiven Naturwissenschaften beginnen mit dem Stoff, dann kommen die richtigen Ideen, zuletzt kommt die Mathematik mit ihren Zahlen und macht das Werk fertig.

Die politische Geschichte der Völker, ähnlich wie die der Wissenschaften, zeigt uns ebenfalls drei Epochen. In der ersten entwickeln sich die Eigenschaften der Menschen in allen ihren Gegensätzen. Die Schwäche unterordnet sich der Stärke; Weisheit, Erfindungsgabe werden als göttliche Eigenschaften verehrt, in Geboten werden die allgemeinsten Bedingungen des gesellschaftlichen Zusammenlebens niedergelegt. Alle diese Gebote beginnen mit: „Du sollst"; die Menschen haben Pflichten, keine Rechte. In der darauf folgenden Epoche entwickeln sich alle Beziehungen der Abhängigkeit dieser Eigenschaften. Der Streit der einander entgegengesetzten Eigenschaften führt zu Gesetzen; aus dem Bewußtsein des Rechts entwickelt sich das Bewußtwerden von Rechten. Durch die Zusammenfügung gleichartiger Rechte entstehen die Gewalten. Der Kampf der einander entgegengesetzten Gewalten führt zu Revolutionen; eine Revolution heißt der Vorgang der Störung oder der Herstellung eines Gleichgewichtszustandes. In der letzten Epoche wird das Verhältniß der Abhängigkeit aller Eigenschaften, Rechte oder Gewalten festgestellt, welche dem Einzelnen die freieste Entwickelung aller seiner Fähigkeiten und Eigenschaften ohne Nachtheil für den Andern sichert. Die Revolutionen sind am Ende.

---

ehe man die Erscheinung des Aufbrausens nach allen Seiten hin erkannt hatte; dann wurde entdeckt, daß die kaustische oder milde Beschaffenheit des Kalks und der Alkalien abhängig sei von der Abwesenheit oder Anwesenheit der Kohlensäure, daß das Erhärten des Kalkmörtels in der Luft von einer Aufnahme von Kohlensäure herrühre; daß die Entwickelung derselben in der Wein- und Biergährung abhängig sei von der Zersetzung des Zuckers 2c.; zuletzt wurde sie in ihre Bestandtheile zerlegt, und ihre Zusammensetzung und die Gewichtsverhältnisse ermittelt, in welchen sie sich mit Kalk und Metalloxyden verbindet, so wie das Verhältniß der Abhängigkeit ihres Gaszustandes von der Wärme und dem Druck, ihre specifische und latente Wärme.

# Vierter Brief.

Unzählige Keime des geistigen Lebens erfüllen den Weltraum, aber nur in einzelnen, seltenen Geistern finden sie den Boden zu ihrer Entwickelung; in ihnen wird die Idee, von der Niemand weiß, von wo sie stammt, in der schaffenden That lebendig; durch sie erhält das verborgene Naturgesetz die Allen erkenntliche, wirksame, thätige Form.

Nicht an die Thaten mächtiger Fürsten oder berühmter Feldherren, sondern an die unsterblichen Namen Columbus, Copernicus, Kepler, Galiei, Newton knüpft die Geschichte den Fortschritt in den Naturwissenschaften und den Zustand der Geistesbildung in der gegenwärtigen Zeit.

Die Entwickelung des menschlichen Geistes schien ein Jahrtausend lang unterbrochen.

Ein System des Unterrichts, wie das in dem Reiche der Mitte, was in den heutigen chinesischen Gelehrten, beim Lesen einer Seite voll sinnloser Namen, ein eigenthümliches Gefühl von Vergnügen erweckt, hatte in der Schule der scholastischen Philosophie alles Streben nach der Erforschung der Wahrheit getödtet.

Gleich einem Baume, der durch äußere Hemmnisse in seinem Wachsthum gehindert, in den seltsamsten Windungen verkrüppelt, so verkümmerten die edelsten Kräfte in den Formen einer spitzfindigen Dialektik. Männer von anerkanntem Ruf und Gelehrsamkeit schrieben Bücher und Tractate über Gewitter, über Blutregen, worin von Allem andern, nur nicht von der Erklärung dieser Naturerscheinung die Rede war.

Ob Adam, so lange er noch ohne Sünde war, auch den Liber Sententiarum des Petrus Lombardus*) schon gekannt habe — welches Alter und Kleid der Engel hatte, welcher der heil. Jungfrau die himmlische Botschaft ausgerichtet — ob es im Paradiese auch Excremente gegeben — ob die Engel griechisch oder hebräisch sprechen — wie viel tausend Engel auf einer Nadelspitze Platz hätten, ohne sich zu drängen — dieser Art Fragen und Untersuchungen, welche in unserer Zeit als gültige Beweise von Verstandesverwirrung und Narrheit angesehen werden würden, waren die ausgezeichnetsten Geisteskräfte gewidmet. Ueber die Gabe der Könige von Frankreich und England, die Kröpfe durch bloße Berührung zu heilen, wechselten angesehene Gelehrten eine Menge

*) Starb 1164 als Bischof zu Paris.

von Schriften; man stritt sich darüber, ob die Wundergabe an dem Thron, oder der Familie hafte, sie wurde zu den verborgenen Kräften gerechnet, welche durch die Erfahrung hinlänglich bestätigt seien.

Um den richtigen Pfad zu finden, bedarf der menschliche Geist der wegekundigen Führer; aber eine dünkelvolle Macht hielt das Licht gefangen im Kerker, es fehlten in dieser Geistesnacht die leitenden Sterne. Der Schatz, den das Alterthum an Naturerkenntniß erworben hatte, wurde seinem Werthe nach nicht erkannt oder nicht beachtet, er verlor seine bereichernde Macht.

Die Fragen der Physik wurden nach den Regeln der Disputirkunst entschieden.

Indem man auf die Erfahrung verzichtete, welche das Wissen schafft, verbannte man die echte Wissenschaft.

Durch den Mangel an Stoff für die Denkkraft verlor sich die Uebung und Geschicklichkeit, über die Ursachen der Dinge und Erscheinungen richtige Fragen zu stellen, sie zu beobachten und ihren Zusammenhang durch Versuche zu erforschen. Ein solcher Zustand macht die Herrschaft der Astrologie, der Kabbalah, der Chiromantie, des Glaubens an Hexen, Wehrwölfe, Zauberer begreiflich, daß man noch Jahrhunderte nachher die Krankheiten als Strafen des Himmels, oder als Werke des Teufels, Gebete, Amulette, Weihwasser und Reliquien als die wirksamsten Arzneien ansehen konnte. Die Geschichte des goldenen Zahns, zu Ende des sechszehnten Jahrhunderts, beweist, wie gründlich sich die Fähigkeit, die einfachste Erscheinung zu ermitteln, selbst in den gebildeteren Classen verloren hatte. (Siehe Anhang.)

Als Columbus zu Salamanka, dem große Sitze der Gelehrsamkeit, vor einem Collegium, welches aus den gelehrtesten Professoren der Astronomie, Geographie, Mathematik des Reiches und den angesehensten und weisesten Würdeträgern der Kirche bestand, seine Ansichten von der Gestalt der Erde und der Möglichkeit ihrer Umschiffung zu vertheidigen hatte, da erschien er der Mehrzahl als ein Träumer, welcher Spott, oder als ein Abenteurer, der Verachtung verdiente.

Nie aber hat eine gelehrte Disputation einen größeren Einfluß auf die Geistesentwickelung ausgeübt, als die in dem Collegiatstifte von St. Stephan; sie war die Morgenröthe eines neuen Tages, der Vorbote des großen Sieges der Wahrheit über den blinden Glauben der Zeit.

In diesen merkwürdigen Erörterungen verloren die mathematischen Beweise ihre Gültigkeit, wenn sie mit Stellen der Schrift oder deren Erklärungen durch die Kirchenväter zu streiten schienen. „Wie könne die Erde rund sein, da doch in den Psalmen gesagt sei, der Himmel wäre ausgespannt gleich einem Felle." „Wie wäre es möglich, die Erde anders als für flach zu halten, da der heilige Petrus in seinem Briefe an die Hebräer den Himmel mit einem Tabernakel oder Zelte vergleiche, welches über die Erde ausgebreitet sei." Hatte sich nicht Lactantius gegen die Existenz der Antipoden ausgesprochen? „Ist wohl irgend Jemand so verrückt zu glauben, es gäbe Menschen, die mit den

Füßen gegen die unseren ständen, die mit in die Höhe gekehrten Beinen und herunter hängenden Köpfen zu gehen vermögen; daß eine Gegend der Welt existire, wo alle Dinge oberst zu unterst ständen, wo die Bäume mit ihren Zweigen abwärts wachsen, und wo es in die Höhe hagelt, schneit und regnet?"

Sagte nicht der heilige Augustinus, „daß die Lehre von den Antipoden mit der historischen Wurzel des christlichen Glaubens durchaus unverträglich sei; denn wer versichere, daß es bewohnte Länder an der andern Seite der Erde gebe, der nehme an, daß dort Menschen wohnten, die nicht von Adam stammten, da es für dessen Abkömmlinge unmöglich gewesen sei, über das dazwischen liegende Weltmeer zu kommen. Eine solche Meinung müsse der Bibel den Glauben entziehen, welche ausdrücklich erklärt, daß alle Menschen von einem Elternpaare abstammen."

„Welche Anmaßung sei es für einen gemeinen Mann, zu glauben, es bleibe für ihn eine so große Entdeckung zu machen übrig, nachdem so viele tiefe Philosophen und Erdkundige die Gestalt der Welt zum Gegenstand ihrer Untersuchung gemacht hätten, und so mancher tüchtige Seemann vor abertausend Jahren auf ihr herumgeschifft wäre." So sprachen die Gegner des großen Mannes.

Zwei Jahre darauf kam Columbus aus Westindien zurück; die Erde war eng und klein, sie war eine Kugel; es gab bewohnte Länder auf der andern Seite der Halbkugel.

Aber nicht blos die Erde, auch der Himmel widersprach den Lehren der größten Lichter der goldenen Zeit der mittelalterlichen Weisheit; denn durch Copernicus hatte die Erde aufgehört, der Mittelpunkt des Weltalls zu sein, sie war nicht blos eng und klein und eine Kugel, sie war ein bloßer Punkt im unendlichen Raum, ein kleiner Planet, der sich um die Sonne bewegte.

Wie den, welcher von einem Erdbeben überrascht wird, ein unbeschreibliches Gefühl von Bangigkeit befällt, wenn er, einem wogenden Meere gleich, wanken fühlt, was Gewohnheit und Nachdenken ihn als das Festeste und Unerschütterlichste erkennen ließ, so durchzuckten, in Folge der Entdeckungen der Wissenschaft, Angst und Zweifel die civilisirte Welt. Die Erde war nicht mehr der Mittelpunkt des Weltgebäudes, das Gewölbe des Himmels hatte seine Säulen, der Thron Gottes, wie manche ihn sich gedacht, seinen Platz verloren, es gab kein Oben mehr und kein Unten.

Was der Glaube für fest begründet hielt, war zertrümmert, was für Wahrheit galt, zeigte sich als Irrthum.

Zahlreiche Prophezeiungen verknüpfen in der ersten Hälfte des sechszehnten Jahrhunderts die Thatsache der Entdeckung der neuen mit dem Untergang der alten Welt; sie sind Zeugen dieser erregten Zeit.

Nachdem Columbus dem Weltmeer seine Schrecken genommen, und Copernicus „jenes Selbstvertrauen auf die Macht des Erkennens gelehrt hatte, das die Bänder äußerlicher Autorität zersprengt

und nur dem Zeugnisse der Vernunft Glauben schenkt"*), erwachte auch in Andern der Muth zur Durchforschung unbekannter geistiger Regionen.

Die Kraft war bereits vorhanden, welche den mächtigen Anstoß fortpflanzen sollte in alle Gebiete der Wissenschaft. Gleichwie durch das Herz das Blut seine Bewegung empfängt, welche alle körperliche Thätigkeit vermittelt, so verbreitete Gutenberg's Erfindung in dem neu sich gestaltenden geistigen Organismus Wärme und thätiges Leben**).

In Folge der Errichtung zahlreicher Universitäten***) und der Verbreitung griechischer Gelehrsamkeit im Abendlande, nach der Eroberung von Konstantinopel durch die Türken†), wandte sich die Aufmerksamkeit der Menschen den geistigen Schätzen zu, welche die alten Griechen und Römer hinterlassen hatten. Das classische Alterthum verbreitete, gleich der feststehenden Sonne, ein lebenerweckendes Licht; als die Gelehrten anfingen, von diesen unerreichten Mustern zu lernen und sich nach ihnen zu bilden, da schärften sich die Augen ihres Geistes; das Studium der Alten, indem es zur kritischen Prüfung alles Ueberlieferten führte, zerbrach die Fesseln der Schulweisheit.

In der Natur wiedererkannte man die nie versiegende Quelle einer reineren Erkenntniß; sie erschien als eine neu entdeckte, in einem Meer von Unwissenheit geistig untergegangene Atlantis.

Trefflich bezeichnet Luther in seinen Tischreden die mit der Reformation aufgehende Lust an der Natur und Naturforschung*): „Wir sind jetzt in der Morgenröthe des künftigen Lebens, denn wir fahen wiederum an zu erlangen die Erkenntniß der Creaturen, die wir verloren haben durch Adams Fall; jetzt sehen wir die Creatur gar recht an. Erasmus aber fraget nichts darnach, wie die Frucht im Mutterleibe formiret, zugerichtet und gemacht wird. Wir aber beginnen von Gottes Gnaden seine Wunder und Werke auch in den Blümlein zu erkennen, wenn wir bedenken, wie allmächtig und gütig Gott sei. In seinen Creaturen erkennen wir die Macht seines Wortes, wie gewaltig das sei."

Ungewöhnliche Kräfte brachte die Natur hervor, um in dem beginnenden Kampfe des zum Bewußtsein erwachten Geistes der europäischen Nationen, gegen jegliche Tyrannei, gegen einen übermächtigen Aberglauben, welcher unausrottbar schien, der Vernunft den Sieg zu sichern. Eine Anzahl der größten Männer folgten einander in einer ununterbrochenen Reihe, bis das große Werk gethan und sein Erfolg gesichert

---

*) Carriere in seinem ausgezeichneten Werke: Die philosophische Weltanschauung der Reformationszeit in ihren Beziehungen zur Gegenwart. Tübingen, (S. 125.) Cotta 1841.

**) In demselben Jahr, in welchem Columbus geboren wurde, 1436, erfand Gutenberg den Bücherdruck.

***) 1300 Oxford. 1347 Prag. 1384 Wien. 1385 Heidelberg. 1388 Köln. 1392 Erfurt. 1401 Krakau. 1406 Würzburg. 1409 Leipzig.

†) 1453.

††) Carriere Seite 116.

war. Einhundert Jahre nach Copernicus wurde Kepler, in dem Jahre, in welchem Galilei starb, wurde Newton geboren.

Das Mittelalter hatte in der theologischen Philosophie eine Universal-Wissenschaft aufgestellt und sie mit der ganzen Autorität eines religiösen Glaubens befestigt. Ein Irrthum in der Wissenschaft war ein Laster, die Abweichung von ihren Lehren war Ketzerei, sie war gleichbedeutend mit der Verwerfung der Offenbarungen des Himmels; Folter und Scheiterhaufen erwarteten den Freier-, den Andersdenkenden. Einhundert Jahre nach Luther sollte Galileo Galilei in den Kerkern der Inquisition die Bewegung der Erde widerrufen, und die Worte, die er murmelte: „E pur si muove," als er in bloßem Hemde von den Knieen sich erhob, schließen noch jetzt die überwältigende Macht feststehender Thatsachen in sich ein. Niemand kann noch jetzt seinen berühmten Brief an Madama Christiana Granduchessa madre ohne Bewegung lesen, der seine Gegner nicht überzeugte. (Siehe Anhang.)

Alle diese Hindernisse konnten aber auf die Dauer den Aufschwung und Fortschritt der Wissenschaften mit eben so wenig Erfolg hemmen, wie dies später in Beziehung auf religiöse Meinungen ein dreißigjähriger Krieg vermochte; denn der Irrthum ist vergänglich, nur die Wahrheit ist ewig; der Irrthum ist ja nichts anderes als der Schatten, den die Wahrheit wirft, wenn ihr Licht durch den ungeläuterten dunkeln Geist des Menschen auf seinem Wege aufgehalten wird.

Auch die Chemie ging in dieser merkwürdigen Zeit einer Umwälzung entgegen; indem sie mit der Heilkunst zusammenschmolz, gewann sie ein neues Ziel, und nahm eine ganz veränderte Richtung an.

Die Alchemie hatte die Waffen geschmiedet, um der Chemie in der Medicin ein neues Gebiet zu erkämpfen und der tausendjährigen Herrschaft des Galen'schen Systems ein Ende zu machen.

Die große und heilsame Umwälzung, welche die Medicin erfuhr, die Befreiung von den Fesseln des Autoritätsglaubens ging aus der Erkenntniß der Unzulänglichkeit und Unrichtigkeit aller bis dahin für wahr gehaltenen Ansichten über das Wesen der Körperwelt hervor.

Das neue Licht war ein Erwerb der Alchemisten, durch sie gewann die Lehre der griechischen Philosophen über die Ursachen der Naturerscheinungen eine neue Gestalt.

In allen Zeiten hatte der denkende Mensch versucht sich Rechenschaft zu geben über den Ursprung der Dinge, und sich Aufschluß zu verschaffen über den Grund ihrer Eigenthümlichkeiten. Am nächsten lag unstreitig das Verfahren der Mathematiker zu befolgen, welche ohne äußere Mittel die Gesetze und Eigenschaften mathematischer Figuren erforschen. Dies war in der That der Weg, den die griechischen Philosophen wählten, um zur Erkenntniß der Naturerscheinungen zu gelangen. Sie betrachteten die verschiedenen und mannichfaltigen Eigenschaften der Körper als Dinge für sich, und suchten mit Hülfe des Verstandes die gemachten Wahrnehmungen zu verbinden, und diejenigen Eigenschaften zu ermitteln, welche allen gemein sind.

Die Entstehung, die Eigenschaften aller Dinge setzt, so lehrt Aristo-

teles, drei Grundursachen voraus. Die erste ist die eigenschaftslose Materie (ὕλη), die zweite die Ursache oder Ursachen, welche dem Stoff seine Eigenthümlichkeiten geben, und die sich in dem Begriff der körperlichen Gestalt (εἶδος) zusammenfassen lassen. Die dritte ist eine Ursache oder Ursachen (Kräfte in dem Sinne und Begriff, wie sie die Worte Arzneikraft, Ernährungskraft enthalten), welche sie verändern, indem sie diese Eigenschaften nehmen (στέρησις Beraubung). Was den Veränderungen in den Eigenschaften der Materie vorhergeht, ist die Ursache (το ποιοῦν das Wirkende), was diesem folgt die Wirkung (τέλος der Zweck).

Diese Vorstellung, daß die Eigenschaften der körperlichen Dinge gleichsam wie die Farben seien, womit der Maler der farblosen Leinwand die Eigenschaften eines Gemäldes ertheilt, oder den Kleidern, die sich an- und ausziehen lassen, und welche die Gestalt des Menschen bestimmen, ist die Grundlage der Alchemie und des ersten wissenschaftlichen Systems der Heilkunde gewesen.

Dem schärfsten Verstande dürfte es schwer sein, ohne andere Mittel als die einfache Wahrnehmung durch die Sinne zu gebrauchen, mehr als vier Eigenschaften aufzufinden, welche allem tastbaren Körperlichen angehören.

Dem Auge und Geschmacksinn bieten die Körper unendlich viele Verschiedenheiten dar, es giebt gefärbte und ungefärbte, schmeckende und riechende, geschmack- und geruchlose.

Aber alle Körper sind entweder feucht oder trocken, warm oder kalt. Alles Tastbare besitzt zwei von diesen Eigenschaften. Der Körper ist fest oder flüssig, er besitzt eine gewisse Temperatur.

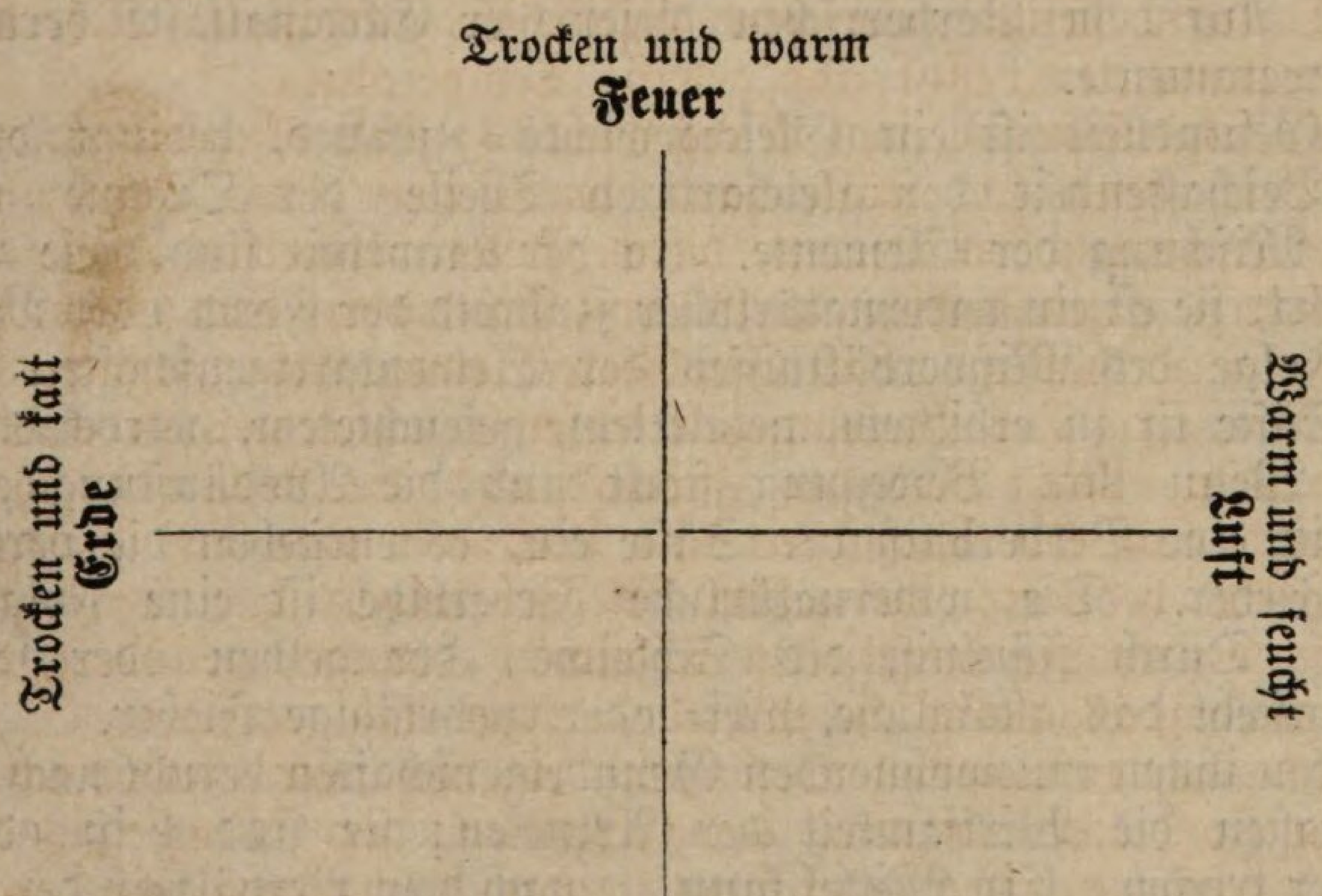
Diese Eigenschaften, sagt Aristoteles, sind offenbar einander entgegengesetzt; denn die Kälte kann durch Hitze, die Trockenheit durch Feuchtigkeit aufgehoben werden, durch Zusammenwirken zweier nicht entgegengesetzten Eigenschaften, z. B. von Trockenheit und Kälte, sieht man feste Körper entstehen, durch Feuchtigkeit oder Hitze werden sie flüssig oder luftförmig. Die Beziehungen dieser Eigenschaften zu einander sind hiernach klar. Nicht blos der Zustand und die kalte oder warme Beschaffenheit, auch die Dichtigkeit und Lockerheit sind von diesen Grundeigenschaften bedingt; die Kälte ist die Ursache der Dichtigkeit, denn durch sie werden die materiellen Theilchen einander genähert, die Lockerheit ist verursacht durch die Wärme. Aber alle anderen Eigenschaften stehen in einer bestimmten Beziehung zu den vier Grundeigenschaften; denn die Farbe, der Geruch, der Geschmack, der Glanz, die Härte der Körper erleiden durch Hinzuführung oder Beraubung von Feuchtigkeit, Hitze, Trockenheit oder Kälte eine Veränderung.

Es ist klar, sagt Aristoteles, alle sinnlich wahrnehmbaren Eigenschaften der tastbaren Körper sind abhängig von diesen vier Grundeigenschaften; denn mit einer Aenderung in diesen Grundeigenschaften wechseln auch alle übrigen; es ist einleuchtend, daß diese anderen von den vier Grundeigenschaften bedingt sind; es giebt vier Elementareigenschaften. Die Richtigkeit dieser Abstractionen, so weit sie die Eigen-

schaften der Körper umfassen, welche durch einfache Wahrnehmung ermittelbar sind, ist nicht zu bestreiten. Der Unterschied unserer jetzigen und der damaligen Ansichten liegt darin, daß wir den flüssigen, festen und luftförmigen Zustand, so wie die Temperatur durch zwei anstatt durch vier einander entgegengesetzte Ursachen bedingt betrachten. Noch heute sind wir der Ansicht, daß alle physikalischen Eigenschaften der Körper in einem bestimmten Verhältniß abhängig sind von der Cohäsionskraft und Wärmekraft.

„Zwischen vier Dingen," sagt Aristoteles, „giebt es sechs Combinationen (Paarungen) zu zwei. Aber die Paarung zweier entgegengesetzten Eigenschaften, wie kalt und warm, feucht und trocken, heben einander auf, sie ist nicht wahrnehmbar für die Sinne. Es bleiben demnach nur vier Combinationen, die mit den vier Körpern, woraus der Erdkörper besteht, übereinstimmen. Die Erde, als der Inbegriff des Festen, ist kalt und trocken, das Wasser kalt und feucht, die Luft feucht und heiß, das Feuer heiß und trocken. Durch diese Paarung entstehen demnach die vier materiellen Elemente, aus diesen vier Elementen entstehen alle übrigen Körper, sie sind in allen enthalten; die Abweichung und Verschiedenheit in den Eigenschaften der andern Körper hängt lediglich von dem Verhältniß ab, in welchem die vier zusammengetreten sind; welches Element hervorsticht, dessen Eigenschaft nimmt der Körper an."

Wie aus dem folgenden Schema sich ergiebt, haben die Elementarkörper, je zwei, eine Grundeigenschaft gemein.




Es ist demnach einleuchtend, daß, wenn dem luftförmig flüssigen Körper die Elementareigenschaft der Wärme durch Kälte entzogen wird, die Luft in Wasser, und in ähnlicher Weise durch Hitze das Wasser in Luft, durch Trockenheit das Wasser in Erde verwandelt werden kann.

Das Feuer schließt nach Aristoteles in sich den Begriff der Helligkeit und Empfindung, das Wasser und die Luft der Durchsichtigkeit, die Erde der Dunkelheit. Die Farben entstehen durch Mischung von Feuer und Erde, d. h. von Helligkeit und Dunkelheit. Die Durchsichtigkeit des Bergkrystalls rührt vom Wasser her. (Die Durchsichtigkeit des Diamants heißt noch heute sein Wasser.) Aber auch der Hauptbestandtheil der Augen ist Wasser, wie die Luft die Grundlage des Gehörs, Luft und Wasser den Geruch, die Erde das Gefühl ausmachen. Der Geschmack wird durch die Feuchtigkeit vermittelt; je inniger sich die Geschmacktheile an die Zunge hängen, desto bitterer, je mehr sie sich auflösen, desto salziger ist der Körper; wenn aber die Geschmacktheile erhitzt werden und die Theile des Mundes wieder erhitzen, so entsteht der scharfe, wenn sie in Gährung gerathen und Blasen werfen, der saure Geschmack.

In allen diesen Fällen sieht man, daß die genaue und richtig erkannte physikalische Eigenthümlichkeit der auf die Sinne wirkenden Dinge stets als das Ursächliche oder Bedingende angesehen wird. Was man wahrnahm in der Wirkung, war die Ursache der Wirkung. Die Erklärung der Naturerscheinung war die Beschreibung ihrer Eigenthümlichkeit.

Diese Lehren der griechischen Philosophen wurden durch Galen die Grundlagen des ersten theoretischen Systems der Heilkunde.

Nach Galen entstehen alle Theile des organischen Körpers durch die Mischung der vier Elementarqualitäten in verschiedenen Verhältnissen; im Blute sind sie gleichmäßig gemischt, im Schleim ist das Wasser, in der gelben Galle das Feuer, in der schwarzen die Erde vorwaltend. Auf dem Vorherrschen dieser vier Cardinalsäfte beruhen die vier Temperamente.

Die Gesundheit ist ein Gleichgewichts-Zustand, bedingt durch die richtige Beschaffenheit der gleichartigen Theile (der Organe) und der richtigen Mischung der Elemente. In der Krankheit sind diese Verhältnisse gestört, sie ist ein widernatürlicher Zustand der Form oder Mischung.

In Folge des Mißverhältnisses der Elementareigenschaften befinden sich die Säfte in zu erhitztem, gekältetem, gefeuchtetem, getrocknetem Zustande. Wenn ihre Bewegung stockt und die Ausdünstung gehemmt ist, so tritt eine Verderbniß der Säfte ein, es entstehen die verschiedenartigen Fieber. Die widernatürliche Fieberhitze ist eine Folge dieser Fäulniß. Durch Fäulniß des Schleims, der gelben oder schwarzen Galle, entsteht das alltägliche, drei- oder mehrtägige Fieber.

Auf den ihnen innewohnenden Grundeigenschaften beruht nach Galen gleichermaßen die Wirksamkeit der Arzneien; sie sind heiß oder kalt, feucht oder trocken. Ein Mittel kann, je nach dem Verhältniß der Grundeigenschaft der Wärme, unmerklich, merklich erwärmen, erhitzen oder heftig erhitzen, eine jede Qualität besitzt vier ähnliche Grade der Wirkung. Substanzen von brennendem Geschmack gehören zu den heißen, von kühlendem Geschmack zu den kalten Arzneimitteln.

Die Hebung der Krankheit oder die Wiederherstellung der Gesundheit beruht nach Galen auf dem Ersatz der fehlenden Qualität durch Uebertragung, oder in einer Aufhebung der vorherrschenden durch Beraubung.

In diesem folgerichtigen System waren die Krankheit und die Wirksamkeit der Heilmittel auf eine sehr kleine Anzahl von Ursachen zurückgeführt. Die Krankheiten ließen sich, wie die Arzneimittel, in eine gewisse Anzahl von Fächern ordnen; hatte man den Platz erkannt wohin die Krankheit gehörte, so fand der Arzt in dem Gefach gegenüber die geeigneten Mittel, um die Gesundheit wieder herzustellen. Man wußte woher die Krankheit kam, man wußte warum das Mittel heilte.

An die Stelle der Experimentirkunst oder des Erfahrungsweges, welcher Hippokrates von Kos zu einer Fülle von Beobachtungen und einer bewundernswürdigen Diätetik geführt hatte, trat jetzt die Theorie, die sie in Verbindung brachte, ordnete und erklärte. Das Heilverfahren des koischen Arztes ließ sich durch Nachahmung erlernen, das neue System war unendlich geeigneter zum Lehren, das Erlernen war erleichtert.

Die griechischen Philosophen, so wie Galen, hatten keine Vorstellung von den besonderen Eigenschaften, welche zum Vorschein kommen, wenn verschiedenartige Körper sich wechselseitig berühren.

Man bemerkt leicht, daß die Grundidee des Galen'schen Systems vollkommen identisch war mit der, welche den Alchemisten zum Führer diente, die Idee der Verwandelbarkeit der Elementarkörper durch Entziehung oder Uebertragung von Elementarqualitäten. Der Glanz, die Farbe, die Feuerbeständigkeit und Flüchtigkeit konnten hinweggenommen und ersetzt, sie konnten, so glaubte man, erhöht und vermindert werden. Das Gold war das vollkommenste Metall, ihm konnten keine Eigenschaften zugesetzt werden, weil es alle besaß; es stellte unter den Metallen den gesunden Menschen dar. „Bringet mir die sechs Aussätzigen," ruft Geber, (Silber Quecksilber, Kupfer, Eisen, Blei, Zinn) „damit ich sie heile." Das Messing war krankes Gold, das Quecksilber krankes Silber; durch die Medicin der dritten Ordnung konnten sie in Gold verwandelt, d. h. geheilt werden.

Die Entstehung des Goldes wurde der thierischen Zeugung ähnlich betrachtet, oder der Entstehung und dem Wachsthum der Pflanzen. Raymund Lullus vergleicht die Darstellung des Steins der Weisen mit der Verdauung, der Entstehung des Blutes und der Ausscheidung der organischen Säfte.

In ihren Arbeiten hatten die Alchemisten gewisse Besonderheiten in den Eigenschaften der Körper wahrgenommen, welche den griechischen Philosophen unbekannt oder unbeachtet geblieben waren, und es waren allmälig den Elementen des Aristoteles drei neue Elemente hinzugefügt worden, deren Existenz Niemand mehr bezweifelte. Zu den vier Ursachen der physikalischen Beschaffenheit kamen drei Grundursachen der allgemeinsten chemischen Eigenschaften, Mercurius, Schwefel und Salz.

Dem Geiste der frühesten Zeit gemäß, welcher alle nicht sinnlich wahrnehmbaren Ursachen von Thätigkeiten unsichtbaren Geistern, und die sinnlich wahrnehmbaren Eigenschaften tastbaren körperlichen Dingen zuschrieb, hielt man den gewöhnlichen Schwefel und das Quecksilber anfänglich für wirkliche Bestandtheile der Metalle; man glaubte von ihrem Vorhandensein gewisse Eigenschaften abhängig, ganz so, wie man später

die Kausticität des Kalkes und der Alkalien einem Kausticum, den eigenthümlichen Geruch gewisser Körper dem Spiritus rector, und die Sauerheit der Säuren einer Ur- oder Primitivsäure zuschrieb.

Die Sprache des gewöhnlichen Lebens, welche alle abstracten Begriffe vermeidet, erklärt es, warum man im Beginne der Forschung ein gewisses Verhalten oder gewisse Eigenthümlichkeiten körperlichen Ursachen zuschreibt. Selbst Lavoisier konnte sich von der Idee einer Ursäure nicht trennen, er hielt den Sauerstoff für den Ursäure-Erzeuger, und lange noch nach ihm sahen Viele in dem Wasserstoff die sauren Eigenschaften der Säure bedingt.

Allmälig traten in den Ideen der Alchemisten an die Stelle von wirklichem Schwefel und Quecksilber ein ideeller Schwefel, ein ideelles Quecksilber, Dinge, welche eine gewisse Anzahl von Eigenschaften in sich vereinigten. Später gestalteten sich diese Dinge zu Elementarqualitäten.

Eine Anzahl von Körpern besaß die Eigenschaft der Flüchtigkeit im Feuer ohne Aenderung ihrer übrigen Eigenschaften; sie waren sublimirbar wie Arsenik, oder destillirbar wie Quecksilber; eine andere Classe war im Feuer flüchtig und veränderlich wie Schwefel; eine dritte war veränderlich und feuerbeständig wie die Aschensalze. Schwefel, Mercurius (Arsenik), Salz wurden, wie bemerkt, zuletzt zu abstracten Begriffen, zu einfachen Elementen in dem Sinne der aristotelischen Elemente.

Wie wir von der Gestalt und Form eines Gedankens sprechen, ohne uns darunter eine körperliche Gestalt zu denken, so drückte man damals einfache Begriffe durch körperliche Dinge aus, ohne sich etwas anderes als Eigenschaften darunter zu denken. Die Namen dieser Dinge wurden zu Bindenamen für gewisse Eigenthümlichkeiten, die wir heute noch brauchen, mit dem Unterschied, daß wir denselben, um ihre Unkörperlichkeit zu bezeichnen, das Wort Kraft, wie in dem Wort „katalytische Kraft", anhängen.

Von dem Weingeist sagt Basilius Valentinus: „da ein rectificirtes Aqua vitae angezündet wird, so scheidet sich der Mercurius und der Sulphur von einander, der Schwefel brennt ganz hitzig, denn er ist ein lauter Feuer, so fleuget der zarte Mercurius in die Luft und gehet wieder in sein Chaos."

Der Weingeist war schwefelhaltiger vegetabilischer Mercur, was nichts anderes sagen wollte, als daß er Brennbarkeit und Flüchtigkeit besaß.

Indem man in den einfachen Begriff der Brennbarkeit (Schwefel), Feuerbeständigkeit (Salz) und Flüchtigkeit (Mercur) besondere Eigenthümlichkeiten der brennbaren, flüchtigen und feuerbeständigen Körper mit aufnahm, nach Maßgabe als sie beobachtet wurden (öliger, fetter, erdiger Mercur, öliger, fetter, erdiger, leicht-, schwer-entzündlicher Schwefel, erdiges, schmelzbares, glasartiges Salz, brennbare, fette, ölige, mercurialische Erde &c.), da verlor sich die Bedeutung des ursprünglichen Begriffs; indem er zu weit und ausgedehnt wurde, schloß er das Beobachtete nicht mehr in sich ein, und als Boyle nach dem Schwefel, Mercur und Salz der Alchemisten suchte, da waren diese Elemente nicht mehr da; der Begriff war verbraucht. Noch lange nachher wurde der Begriff der erstickenden

Eigenschaft eines Gases mit schweflicht, die Verbrennung einer feuerbeständigen Substanz mit Verkalkung bezeichnet, d. h. sie hatten eine Eigenschaft mit dem brennenden Schwefel oder mit dem Kalkstein gemein.

So ist es heutzutage nicht mehr möglich, eine Definition einer „Säure" oder eines „Salzes" zu geben, welche alle Körper, die man als Säuren oder Salze bezeichnet, in sich einschließt. Wir haben Säuren, welche geschmacklos sind, welche die Pflanzenfarben nicht röthen, welche die Alkalien nicht neutralisiren; es giebt Säuren, in denen Sauerstoff ein Bestandtheil ist und in denen der Wasserstoff fehlt, in anderen ist Wasserstoff, kein Sauerstoff. Der Begriff von Salz ist zuletzt so verkehrt geworden, daß man dahin kam, das Kochsalz, das Salz aller Salze, von dem die anderen den Namen haben, aus der Reihe der eigentlichen Salze auszuschließen.

Man sieht leicht, wie allmälig ein einfacher, bestimmter Begriff unbestimmt wird, indem andere Begriffe demselben zugefügt werden. An der Stelle des verbrauchten Begriffs erhalten wir, indem wir zu sondern anfangen, eine Anzahl neuer und bestimmterer Begriffe; es ist möglich, daß der ursprüngliche bis auf den Namen sich verliert, und man wird einst vielleicht weder eine Säure noch ein Salz mehr finden, so wie man keinen Schwefel und keinen Mercur mehr fand, als man sie nicht mehr nöthig hatte. Vorher war ihre Gegenwart Jedermann geläufig, erst dann, als man sie nicht mehr bedurfte, suchte man darnach.

Die chemischen Elemente waren, wie es sich von selbst versteht, nicht darstellbar, eben weil sie nur Qualitäten bezeichneten. Niemand dachte daran, sie darzustellen; sie wurden als Bestandtheile von allen Körpern angesehen.

Zwischen organischen Körpern und Mineralsubstanzen machte man keinen Unterschied, ihre Verschiedenheit glaubte man bedingt durch einen ungleichen Gehalt von Elementen. Man stellte den Essig in dieselbe Reihe mit den Mineralsäuren, der Weingeist (Spiritus vini) stand neben dem Zinnchlorid (Spiritus Libavii), das Chlorantimon (butyrum antimonii) neben der Kuhbutter.

Zu Geber's Zeit hielt man den chemischen Proceß für ähnlich dem organischen Proceß; im 13. Jahrhundert bildete sich die Idee aus, der Lebensproceß sei analog dem chemischen. In frühester Zeit glaubte man, die Metalle entwickelten sich aus einem Samen, wie die Pflanzen; später hielt man dafür, der chemische Proceß erzeuge den Samen. Den Gährungs- und Fäulnißproceß hielten die Alten für die Ursache der Erzeugung von Pflanzen und Thieren, während im Gegensatz heutiges Tages einige Physiologen und Pathologen die Entwickelung und Erzeugung von Thieren und Pflanzen als die Ursache der Gährung und Fäulniß betrachten.

Naturanschauungen und Betrachtungen lassen sich dem Geiste nur durch Bilder oder durch Begriffe verständlich machen, welche der Naturwissenschaft entlehnt sind, und die ihr Gewand tragen.

Wenn man nun in Betracht zieht, daß im 13. bis 15. Jahrhundert alles Wissen von der Natur und ihren Kräften sich in der Alchemie, der Magie und Astrologie vereinigte, so wird es erklärlich, wie allmälig

alchemistische Bezeichnungsweisen für irdische Vorgänge in die Sprache des gewöhnlichen Lebens übergingen. Die Erscheinungen des organischen Lebens, das Leben selbst, der Tod, die Auferstehung wurden durch die in der Alchemie gewonnenen Begriffe verständlicher, sie ließen sich wissenschaftlich nur durch die Sprache der Wissenschaft, welche die Alchemie war, versinnlichen.

„Wir armen Menschen,“ sagt Basilius Valentinus, „werden für unsere Sünden allhier durch den Tod, den wir wohl verdient, in das Irdische, nämlich das Erdreich, eingesalzen, bis so lange wir durch die Zeit putrificirt werden und verfaulen, und dann hinwiederum endlich durch das himmlische Feuer und Wärme auferweckt, clarificirt und erhoben werden zu der himmlischen Sublimation und Erhöhung, da alle Fäces, Sünden und Unreinigkeiten abgesondert bleiben.“ (Kopp. II. 236.) Luther lobt die Alchemie in seiner Canonica „wegen der herrlichen und schönen Gleichnisse, die sie hat mit der Auferstehung der Todten; denn eben so wie das Feuer aus einer jeden Materie das Beste auszieht und vom Bösen scheidet, und also selbst den Geist aus dem Leib in die Höhe führt, daß er die obere Stelle besitzt, die Materie aber, gleich wie ein todter Körper, unten am Boden liegen bleibt, also wird auch Gott am jüngsten Tag durch sein Gericht, gleich wie durch Feuer die Gottlosen und Ungerechten scheiden von den Gerechten und Frommen. Die Gerechten werden auffahren gen Himmel, die Ungerechten aber werden unten bleiben in der Hölle.“ (Kopp. II. 238.)

Erst im 13. Jahrhundert entstand die Idee, daß der Stein der Weisen gesund machende und verjüngende Eigenschaften besitze. Sie entwickelte sich aus der Vorstellung, daß der Lebensproceß nichts weiter sei, als ein chemischer Proceß. Mit dem Stein der Weisen vermochte man die Metalle von ihren Gebrechen zu heilen, sie gesund zu machen, in Gold zu verwandeln, und es lag die Meinung nahe, daß er eine gleiche Wirkung auf den menschlichen Körper haben müsse. Arnold Villanovus, Raymund Lullus, Isaac Hollandus überbieten sich in Anpreisung seiner Heilkraft. In seinem Opus Saturni sagt Hollandus: „Ein Waizenkorn groß soll in Wein gelegt und diesen der Kranke trinken. Die Wirkung des Weins werde zum Herzen dringen und sich auf alle Säfte verbreiten. Der Kranke werde schwitzen und dabei nicht matter, sondern immer stärker und lustiger werden. Diese Gabe soll alle neun Tage wiederholt werden, wo es dem Menschen dünken solle, er sei kein Mensch mehr, sondern ein Geist. Es soll ihm zu Muth werden, als sei er neun Tage im Paradiese und nähre sich von dessen Früchten.“ Salomon Trismosin behauptet, er habe sich im hohen Alter mittelst eines Grans vom Stein der Weisen verjüngt, seine gelbe runzliche Haut sei glatt und weiß, die Wangen roth, das graue Haar sei schwarz, der gekrümmte Rücken sei gerade geworden. Frauen von 90 Jahren habe er damit die volle Jugend wiedergegeben.

Nachdem sich die Idee ausgebildet hatte, daß der Stein der Weisen eine Universalmedicin sei, kam man auf dem natürlichsten Wege auf die Anwendung chemischer Präparate in der Medicin, mit welcher eine neue Periode dieser Wissenschaft beginnt.

Besaß in der That der Stein die metallveredelnde und gesundmachende Eigenschaft in gleichem Grade, so war der kranke Körper ein weit bequemeres Mittel, die Materia prima zu erkennen, und im Verlauf ihrer Bearbeitung ihre Veredelung zu prüfen. Denn die Anzahl von Krankheiten, welche das Präparat zu heilen vermochte, gab ein untrügliches Kennzeichen dafür ab. Je mehr Krankheiten ein Präparat heilte, desto näher stand es in seinen Eigenschaften dem Stein der Weisen. Der wahre Stein mußte alle Krankheiten heilen.

Der Arzneischatz der Galen'schen Medicin enthielt keine chemischen Arzneien, und bestand ausschließlich in organischen Substanzen: Moschus, Rhabarber, Bibergeil, Kampher, Tamarinden, Ingwer, Zittwerwurzel und ähnliche waren die Hauptmedicamente. Die Arzneibereitung bestand in der Kunst, diese Stoffe in die Form von Syrupen oder Latwergen zu bringen; Kräuter, Rinden und Wurzeln wurden in Abkochungen oder Pulvern den Kranken gegeben.

Auf Galen's Autorität hin waren bis dahin alle metallischen Präparate aus dem Arzneischatz verbannt. Quecksilberpräparate galten ihm unbedingt als Gifte. Avicenna hatte zwar dem Gold und Silber blutreinigende Eigenschaften beigelegt, aber diese Metalle wurden in der Regel nur zu Pillenüberzügen verwendet, und noch zu Ende des 15. Jahrhunderts erfuhr die äußerliche Anwendung der mit Fett bereiteten Quecksilbersalbe den lebhaftesten Widerspruch.

Wenn man in Betracht zieht, daß die Ansichten Galen's in Beziehung auf die Ursache der Krankheit und die Wirksamkeit der Arzneien dreizehn Jahrhunderte lang als unumstößliche Wahrheiten galten und die ganze Untrüglichkeit von Glaubenssätzen erlangt hatten, so begreift man, welchen Eindruck im 16. Jahrhundert die Entdeckung der wahrhaft wunderbaren Wirkungen der Quecksilber-, Antimon- und der anderen metallischen Präparate auf den Geist der damaligen Aerzte machen mußte. Ein ganzes Gebiet neuer Entdeckungen erschien durch die Ideen der Alchemisten und durch die Anwendung chemischer Arzneien aufgeschlossen.

In dem Blute entdeckte man eine Eigenschaft, welche die Alkalien, in dem Magensaft eine Eigenschaft, welche die Säuren besaßen. Man nahm in beiden einen Gegensatz wahr, genau entsprechend den Gegensätzen der Galen'schen Qualitäten.

Beim Zusammenbringen der Säuren mit Alkalien entstanden neue Körper von ganz veränderten Eigenschaften, die weder sauer noch alkalisch waren.

An den sogenannten milden Alkalien erkannte man die Eigenschaft des Aufbrausens mit Säuren, und das Wesen aller Gährungen, welches man für abhängig von dem Aufbrausen hielt, schien damit erklärt zu sein.

Man beobachtete Wärmeentwickelung in Flüssigkeiten durch Mischung von Säuren mit Alkalien, ohne daß man eine eigentliche Verbrennung vor sich gehen sah. Die Wärmeentwickelung in dem Respirationsproceß schien damit erklärt zu sein.

Wie konnte man der Theorie der Lebenserscheinungen und Heilwirkungen nach Galen ferner noch eine Geltung zuschreiben, nachdem

erwiesen worden war, daß alle seine Ansichten hinsichtlich der Metalle und ihrer Präparate vollkommen falsch seien, als man entdeckt hatte, daß die Eigenthümlichkeiten des organischen Körpers und die Wirkungen der Arzneien auf Grundursachen beruhten, welche Galen nicht in seine Erklärungen aufgenommen hatte, weil er sie nicht kannte. Nicht nur die Grundursachen, welche die physikalischen Eigenschaften, sondern auch die chemischen Elemente, welche die chemischen Eigenschaften bedingen, mußten von jetzt an bei der Erklärung der organischen Processe mit im Rath sitzen und in Rechnung genommen werden. Nicht blos von dem Verhältniß von Feuchtigkeit und Trockenheit, Hitze oder Kälte allein, sondern noch überdies von dem Verhältniß von Salz, Mercur, Schwefel, Laugensalz und Säure hingen die Lebenserscheinungen und die Wirkungen der Arzneien ab. Durch solche neue und geänderte Begriffe nahm die Heilkunst eine andere Form an.

Wenn die regelrechte chemische Beschaffenheit der Säfte den Gesundheitszustand bedingte, so war die regelwidrige chemische die nächste Ursache der Krankheit; durch die vorherrschenden chemischen Qualitäten der Arzneien konnte die Krankheit gehoben, die Gesundheit wieder hergestellt werden.

Auf die chemische Beschaffenheit der Galle, des Speichels, des Schweißes, des Harns mußte jetzt bei der Wahl der Mittel vorzugsweise Rücksicht genommen werden: dies war ein unermeßlicher Fortschritt. Man machte die wichtige Entdeckung, daß die Beschaffenheit des Harns in einem bestimmten Abhängigkeitsverhältniß zu den Krankheiten stand, und wie in dieser Periode der Wissenschaft alle Wirkungen für die Ursachen selbst genommen wurden, so galten die Absätze im Harn, der Tartarus, als Ursache vieler Krankheiten.

In Paracelsus' Geiste verkörperten sich die Ideen dieser Zeit, und als er zu Basel einige Jahre darauf, nachdem Luther die päpstliche Bulle verbrannt hatte, diesem Beispiele folgend, die Werke Galen's und Avicenna's den Flammen übergab, da hatte deren Reich ein Ende.

Man hatte die Natur verlassen, so sagt Paracelsus, und sich leeren Träumereien hingegeben, darum verwies er auf das offene Buch der Natur, „das Gottes Finger geschrieben"; die Sonne, kein trübseliges Stubenlämpchen, solle das rechte Licht verleihen; die Augen, die an der Erfahrenheit Lust haben, die seien die rechten Professoren. Die Natur sei ohne Falsch, gerecht und ganz; aus dem Bücherwesen und aus menschlichem Phantasiewerk sei Verwirrung und Spiegelfechterei erwachsen. „Mir nach," so beginnt er sein Paragranum, „ich nicht euch, Avicenna, Rhases, Galen, Mesur! Mir nach und ich nicht euch, ihr von Paris, ihr von Montpellier, ihr von Schwaben, ihr von Meißen, ihr von Köln, ihr von Wien, und was an der Donau und an dem Rheinstrom liegt, ihr Inseln im Meer, du Italien, du Dalmatien, du Athen, du Grieche, du Araber, du Israelit! Mir nach und ich nicht euch, mein ist die Monarchie."

In Paracelsus spiegeln sich alle Ideen, alle Fehler und Irrthümer seiner Zeit. In ihm kämpft eine gigantische Kraft gegen äußere

hemmende Fesseln. Er hat den Instinct des richtigen Wegs, nicht das Bewußtsein. Er sucht ihn vergebens in der ihn umgebenden Wildniß; daher seine Widersprüche und seine Zerrissenheit. — Aber sein Wort giebt einem Jahrhundert die Richtung; „der wahre Gebrauch der Chemie", sagt er, „ist nicht Gold zu machen, sondern Arzneien zu bereiten."

Durch Paracelsus kam die Chemie aus den Händen der Goldköche in den Dienst der weit unterrichteteren und gebildeteren Aerzte, und da er und seine Nachfolger ihre Arzneien selbst bereiteten, so gehörten von da an chemische Kenntnisse und Bekanntschaft mit chemischen Operationen zu den wesentlichsten Erfordernissen des Arztes.

Im 16. und 17. Jahrhundert bewegten sich immer noch die Erklärungen um das Vorhandensein verborgener Qualitäten, bis erweiterte Erfahrungen zu der wichtigen Wahrheit führten, daß Eigenschaften und Materie thatsächlich nicht trennbar seien; für uns sind sie getrennt nicht mehr denkbar.

Noch lange nach Paracelsus glaubte man, daß die chemische Operation für das Arzneimittel dasselbe sei, was der Magen ist für die Speisen, aus denen das Blut entsteht. Durch dreimalige Sublimation des ätzenden Quecksilbersublimats mit metallischem Quecksilber stellte man den Calomel dar, durch neunmalige die Panacea Mercurialis.

Die begeistigenden Grundursachen Plato's, welche nach ihm die vitalen Thätigkeiten bedingen, treten bei den Paracelsisten zu dem Archäus zusammen, der seinen Sitz im Magen hat und, mit allen Leidenschaften des Menschen begabt, die Verdauung, die Bewegungserscheinungen und die Seelenstimmung regiert.

Wenn man die gründliche Verachtung sich vergegenwärtigt, mit welcher die heutige Medicin auf die Ansichten von Paracelsus und seiner Nachfolger herabblickt, welche, ähnlich wie die Ideen der Alchemisten über Metallverwandlung, von Vielen als eine Geistesverwirrung bemitleidet werden, wenn man damit die gegenwärtigen Theorieen über die Ursachen der Krankheiten und die Heilmethoden vergleicht, so wird der Naturforscher in seinem Stolz auf die Errungenschaften des Geistes im Gebiete der Wahrheit gedemüthigt durch die tägliche Wahrnehmung von Widersprüchen, die man für unmöglich halten müßte, wenn sie in der Wirklichkeit nicht beständen. Denn noch heute beherrscht die Methode Galen's und Paracelsus' wie damals, den Geist der meisten Aerzte: bis auf die Ausdrucksweise sind viele Ansichten dieselben geblieben. Der Archäus des 16. Jahrhunderts verwandelte sich im 18. und im Anfang des 19. Jahrhunderts in die Lebenskraft der Naturphilosophen, und noch heute lebt er in Manchem fort in dem Gewande der alles bedingenden Nervenkraft. Ueber den Standpunkt der theoretischen Medicin wird sich Niemand täuschen können, welcher in's Auge faßt, daß sich in unserer Periode, in welcher die richtigen Grundsätze der Forschung klar und hell, gleich der Sonne, ihr Licht zu verbreiten scheinen, in der Heilwissenschaft eine für unsere Nachkommen kaum glaubliche Lehre zu entwickeln vermochte.

Wer kann behaupten, daß die Mehrzahl der unterrichteten und gebildeten Menschen unserer Zeit auf einer höheren Stufe der Erkenntniß der Natur und ihrer Kräfte steht, als die Jatrochemiker des 16. Jahrhunderts, der da weiß, daß Hunderte von Aerzten, die sich auf unseren Universitäten ausgebildet haben, Grundsätze für wahr halten, welche aller Erfahrung und dem gesunden Menschenverstande Hohn sprechen; Männer, welche glauben, daß die Wirkungen der Arzneien in gewissen Kräften oder Qualitäten lägen, die durch Reiben und Schütteln in Bewegung gesetzt und verstärkt, und auf unwirksame Stoffe übertragen werden könnten, welche glauben, daß ein Naturgesetz, das keine Ausnahme hat, unwahr sei für Arzneistoffe, indem sie annehmen, daß deren Wirksamkeit mit ihrer Verdünnung und Abnahme an wirksamem Stoff zuzunehmen fähig sei? Wahrlich, man wird zu der Meinung verleitet, daß die Medicin unter den Wissenschaften, welche die Erkenntniß der Natur und ihrer Kräfte zum Gegenstand haben, als inductive Wissenschaft die niedrigste Stelle einnimmt. Gleich wie der Landwirth von einem neuen Pflug, einer neuen Säemaschine, einem neuen Dünger, einer neuen Culturmethode sein Heil erwartet, obwohl diese Mittel, ohne die richtigen Grundsätze, seinen Reichthum nur vergeuden und ihn früher ärmer machen, als er ohne sie geworden, so sieht der Arzt in der Vervollkommnung der Technik den Fortschritt seiner Wissenschaft.

In einer neuen Arznei, einer neuen Heilmethode, in der Wiederherstellung einer imaginären Zusammensetzung des Blutes, des Harns sucht er nicht den hemmenden Stein zu beseitigen, sondern die Peitsche, welche der Fuhrmann braucht, um das Pferd mit seiner schweren Last, wenn es nicht mehr fort kann, darüber hinweg zu bringen, und wenn die Natur sich hilft, so will er uns glauben machen, die Peitsche sei Kraft und ein Mittel gewesen, um die Gesundheit wieder herzustellen. Alle diese Dinge sind nützlich, vielleicht nothwendig; sie werden aber nicht benutzt, um die Schwierigkeit für alle, die nachkommen, hinwegzuräumen, sondern sie dienen, um auf die leichteste Weise in dem einzelnen Fall über sie hinweg zu kommen.

Was der Phantasie am nächsten liegt, wird als Brücke benutzt; kommt man glücklich hinüber, so läßt man sie hinter sich wieder zusammenfallen, anstatt ihr eine feste, dauernde Grundlage zu geben; gelingt es nicht, so ist die Unvollkommenheit der Wissenschaft daran Schuld.

Die Experimentirkunst schafft Werkzeuge, aber niemals ist durch Werkzeuge eine Summe von Erfahrungen zur Wissenschaft geworden.

Baumaterial ist in Fülle da, so daß man kaum den Grund sieht, auf welchem das Gebäude stehen soll, die Meister sind aber in Zwiespalt und über den Plan nicht klar. Der eine will das Haus aus Holz, der andere meint, es müsse Stein und Holz, der dritte, es dürfe nur aus Stein und Eisen sein. Zwei gehören jedenfalls zusammen, aber auch die drei würden, zweckmäßig verbunden, ein treffliches Gebäude abgeben, wären die Handlanger nicht, die es aus Stroh und in die Luft bauen wollen; darum sind seit 2000 Jahren die Fundamente noch nicht fertig.

# Fünfter Brief.

Um eine klare Anschauung der wunderbaren Ordnung und Regelmäßigkeit zu haben, in welcher die Körper Verbindungen eingehen, muß man sich daran erinnern, was der Chemiker mit Verbindung oder Zersetzung bezeichnet. Das Rosten des Eisens, das Bleichen der Farben an der Luft, die Ausbringung der Metalle aus ihren Erzen, die Darstellung von zahllosen Gegenständen des Handels und der Gewerbe, von Arzneien, kurz alle neuen Formen oder Erscheinungen, welche sich beim Zusammenbringen verschiedenartiger Körper den Sinnen darbieten, sie beruhen bis auf sehr wenige Ausnahmen auf einer chemischen Verbindung oder Zersetzung.

Die letzten Ursachen der neuen Formen und Erscheinungen sind die chemischen Kräfte, von allen andern dadurch unterschieden, daß wir ihre Existenz in ihren Aeußerungen nur bei unmittelbarer Berührung der Körper wahrnehmen; in einer jeden meßbaren Entfernung äußern sie keine Art von Wirkung. Diese Classe von Erscheinungen begrenzt das Gebiet der Chemie; die Schwere, die elektrische, die magnetische Kraft, die Wärme haben Einfluß auf die chemischen Vorgänge, allein als Kräfte, die auf fernhin wirken, Bewegungen, Ortsveränderungen, überhaupt Naturerscheinungen bedingen, gehört die Ermittelung ihrer Natur und ihrer Gesetze im engeren Sinne der Physik an.

Das Eisen rostet an der Luft, Schwefel und Quecksilber werden zu Zinnober; es ist die chemische Kraft, die zwischen den Theilchen des Eisens und einem Bestandtheile der Luft, die zwischen den Theilchen des Schwefels und Quecksilbers thätig ist, durch welche der Wechsel ihrer Eigenschaften bewirkt wurde; sie ist die Ursache der Entstehung eines Körpers mit neuen veränderten Eigenschaften, einer *chemischen Verbindung*.

Aus Zinnober, den wir mit Eisen erhitzen, erhalten wir wieder Quecksilber; aus Eisenrost, den wir mit Kohle glühen, erhalten wir wieder metallisches Eisen; wir *zersetzen* den Zinnober durch Eisen, den Eisenrost durch Kohle; die Ursache ist immer die chemische Kraft, der Erfolg beruht stets auf der Bildung einer Verbindung; das Eisen, welches das Quecksilber ausschied, verbindet sich mit dem Schwefel, wir hatten Schwefelquecksilber und bekommen Schwefeleisen; die Kohle, welche aus dem Eisenrost metallisches Eisen wieder hervorgehen macht, sie geht

mit dem Bestandtheile der Luft, den das Eisen beim Rosten aufgenommen hatte, eine Verbindung ein.

Die unendlich große Anzahl von chemischen Zersetzungen zusammengesetzter Körper, die Ausscheidung von einem seiner Bestandtheile, sie beruht stets darauf, daß ein neu hinzukommender Körper mit den übrigen Bestandtheilen eine Verbindung eingeht. Es ist einleuchtend, daß diese Körper unter den gegebenen Bedingungen keine Art von Wechsel in ihren Eigenschaften erfahren könnten, wäre zwischen ihren Theilchen nicht die Ursache thätig, die wir als chemische Kraft bezeichnen.

Ganz dem gewöhnlichen Sprachgebrauch und der Bedeutung des Wortes entgegen hat man die chemische Kraft Verwandtschaft, Affinität, genannt. Man sagt: zwei Körper haben Verwandtschaft zu einander, wenn sie, mit einander in Berührung, die Fähigkeit zeigen, sich mit einander zu verbinden. Dieser Ausdruck ist entschieden falsch, wenn man damit sagen wollte, daß solche Körper verwandt mit einander wären.

Die vierundsechszig einfachen Körper durch einander auf einem Tische auf einen Haufen gebracht, würde ein Kind nach ihrer äußeren Beschaffenheit in zwei große Classen ordnen können: in eine Classe, deren Glieder metallisches Ansehen besitzen, und in eine zweite, denen das metallische Ansehen abgeht.

Die erste umfaßt die Metalle, die andern heißen Metalloide. Diese großen Classen lassen sich nun wieder, je nach der Aehnlichkeit in andern Eigenschaften, in kleinere Gruppen scheiden, in denen man also diejenigen vereinigt, die in ihren Eigenschaften einander am nächsten stehen.

In ganz gleicher Weise zeigen zusammengesetzte Körper Aehnlichkeiten oder Unähnlichkeiten in ihren Eigenschaften, und wenn man alle familienweise ordnet, die also zusammenbringt, die von einem Vater oder einer Mutter entspringen, so zeigt es sich, daß die Glieder einer und derselben Familie sehr wenig, oft nicht die geringste Neigung zeigen, neue Mischungen zu bilden; sie sind ihren Eigenschaften nach Verwandte, haben aber keine Anziehung, keine Verwandtschaft zu einander; die Glieder hingegen zweier Familien, die in ihren Eigenschaften recht weit von einander abstehen, diese ziehen sich stets am stärksten an.

So haben die Verbindungen zweier Glieder derselben Familie die leicht erkennbaren Tugenden und Fehler der Familie in ungemindertem, oft in erhöhtem Grade, wenn aber zwei von ganz entgegengesetzten Stämmen sich alliiren, so geht stets ein neuer Körper daraus hervor, an dem man die Eltern nicht wieder erkennt.

So stehen Eisen und Quecksilber (zwei Metalle) den Stammbäumen nach unendlich näher als Eisen und Schwefel, oder Quecksilber und Schwefel (ein Metall und ein Metalloid). An einer Verbindung zwischen den beiden ersteren erkennt man sogleich den Ursprung, aber wer sollte im Zinnober das flüssige silberweiße Metall, den gelben brennbaren Schwefel vermuthen? Hieraus ergeben sich in den Zusammensetzungen selbst verschiedene Grade der Verwandtschaft, womit man immer die ungleiche

Fähigkeit oder das ungleiche Streben ihrer Theile bezeichnet, sich mit einander zu verbinden; auf diesen verschiedenen Graden der Anziehung beruhen alle Zersetzungen.

Es ist erwähnt worden, daß zur Aeußerung der chemischen Verwandtschaft unbedingt erforderlich ist, daß sich die Theilchen der Körper berühren, oder in unmeßbar kleiner Entfernung sich befinden. Jedermann kennt nun die Wirkung', welche die Wärme auf die Körper ausübt. Ein eiserner Nagel, noch so fest in die Wand geschlagen, wird allmälig lose und fällt zuletzt heraus. Im Sommer ist das Eisen mehr erwärmt als im Winter, es dehnt sich im Sommer aus und treibt mit großer Kraft das Holz und den Stein aus einander, im Winter zieht sich das Eisen aber in weit höherem Grade als der Stein oder das Holz zusammen. Die Ausdehnung durch Wärme setzt voraus, daß die Theilchen eines Körpers sich von einander entfernen, die Zusammenziehung durch Kälte, daß sie sich einander nähern. Da nun eine gewisse Nähe der Theilchen eine nothwendige Bedingung zur Aeußerung der chemischen Verwandtschaft ist, so ist leicht einzusehen, daß durch die bloße Wirkung der Hitze eine Menge chemischer Verbindungen in ihre Bestandtheile zerfallen müssen, und zwar stets in dem Falle, wo durch die Wärme die Entfernung ihrer Theilchen zuletzt größer wird, als die Sphäre ihrer chemischen Anziehung ist. Hierdurch erfolgt nothwendig eine Trennung; nimmt die Hitze ab, so nähern sich die Theilchen wieder einander, und bei einer gewissen Nähe geht wieder eine Verbindung vor sich.

Wir können uns denken, daß in für uns unmeßbaren hohen Temperaturen Körper sich in einem und demselben Raume befinden, ohne sich mit einander zu verbinden', obwohl sie die stärkste Verwandtschaft zu einander haben, eben weil die Wärme die Verwandtschaft aufhebt, ihrer Aeußerung einen Widerstand entgegensetzt.

So waren ohnstreitig die Bestandtheile des Erdkörpers zu einer Zeit wo er eine außerordentlich hohe Temperatur besaß, in ganz anderer Weise geordnet, ja es ist nicht undenkbar, daß sie wie in einem Chaos durch einander schwammen, daß sich dieses Chaos zu den gegenwärtigen Mineralien und Gebirgsarten dann erst ordnete, als die Temperatur durch Abkühlung abnahm.

Denken wir uns alle Elemente des Erdkörpers durch den Einfluß einer großen Hitze in den nämlichen Zustand versetzt, in welchem sich bei gewöhnlicher Lufttemperatur das Sauerstoff- und Wasserstoffgas befindet, so würde die Erde eine ungeheure Kugel von lauter Gasen sein, die sich überall gleichförmig mischen würden, ohne eine Verbindung mit einander einzugehen, ganz so, wie dies beim Sauerstoff- und Wasserstoffgas, trotz ihrer ausgezeichnet großen Verwandtschaft, geschieht. Bei 350° verbindet sich das Quecksilber mit dem Sauerstoff der Luft zu einem rothen krystallinischen Pulver, bei 400° zerlegt sich dieses Pulver in Sauerstoffgas und Quecksilberdampf.

Wenn wir eine Mischung von Eisen und Blei mit Schwefel in einem Tiegel zusammenschmelzen, so trennt sich das Eisen vom Blei und

verbindet sich mit dem Schwefel; so lange noch eine Spur Eisen in dem Blei ist, tritt kein Theilchen Schwefel an das Blei, sondern nur an das Eisen; ist alles Eisen an den Schwefel getreten, so vereinigt sich jetzt der Schwefel mit dem Blei. Wie man leicht bemerkt, haben beide Metalle Verwandtschaft zu dem Schwefel, allein die des Eisens ist weit größer, wie die des Bleies; daher kommt es denn, daß wenn, wie es im Großen geschieht, das in der Natur vorkommende Schwefelblei (Bleiglanz) mit Eisen zusammengeschmolzen wird, sich das Blei im reinen metallischen Zustande abscheidet; das Eisen verbindet sich mit dem Schwefel, zu dem es eine weit größere Verwandtschaft besitzt.

In ähnlicher Weise zerlegt das Eisen in der Glühhitze den Zinnober und treibt das Quecksilber aus, indem es sich mit dem Schwefel verbindet; allein in diesem Fall ist die Verwandtschaft des Eisens zum Schwefel nicht der einzige Grund der Zersetzung. Niemand hat bis jetzt Quecksilber im rothglühenden Zustande gesehen, wie Eisen, z. B. in der Esse des Schmieds; während das Eisen in der Hitze das Feuer nicht verläßt, verwandelt sich das Quecksilber unter denselben Umständen in einen unsichtbaren Dampf; seine Theile erhalten durch die Wärme das Vermögen, Gaszustand anzunehmen; die Fähigkeit eines Körpers, Gaszustand anzunehmen, beruht nun auf dem Vermögen oder Streben seiner Theile, sich abzustoßen, sich von einander zu entfernen, und dieses Streben behaupten die Körper in ihren chemischen Verbindungen. Das Quecksilber besitzt die Fähigkeit, zu verdampfen, schon bei gewöhnlicher Temperatur; ein Tropfen Quecksilber verdampft allmälig in der Luft, er braucht hierzu längere Zeit, als ein Wassertropfen, allein er verschwindet nach und nach. Der Zinnober verdampft unter diesen Umständen nicht, was offenbar darauf beruht, daß dem Streben des Quecksilbers im Zinnober, Luftform anzunehmen und sich von den Schwefeltheilchen loszureißen oder zu entfernen, ein Widerstand entgegenwirkt, und dies ist die chemische Verwandtschaft des Schwefels; es ist dies ein Widerstand, der durch schwache Wärmegrade nicht überwunden wird. Wird nun der Zinnober auf den Punkt erhitzt, auf welchem das Quecksilber luftförmig wird, so wird nicht nur die Verwandtschaft, zwischen Schwefel und Quecksilber geschwächt, sondern auch das Streben des Quecksilbers, sich von den Schwefeltheilchen loszureißen, wird dadurch erhöht. Kommt jetzt der Wärme eine, wenn auch nur schwache Verwandtschaft zu Hülfe, die des Eisens z. B. zum Schwefel, so erfolgt eine Trennung desselben vom Quecksilber, die ohne das Zusammenwirken dieser verschiedenen Ursachen unter denselben Umständen nicht erfolgt wäre.

So spielt denn das Streben eines Körpers, in gewissen Temperaturen Luftform anzunehmen, eine wichtige Rolle in allen Zersetzungs- und Verbindungsprocessen des Chemikers, es ändert, erhöht oder vermindert die Aeußerungen der Verwandtschaft.

In ganz ähnlicher Weise nimmt die Fähigkeit der Theilchen eines Körpers, ihren Zusammenhang zu behaupten gegen alle Ursachen, die ihn zu vernichten streben, Antheil an dem Spiele der Verwandtschaft. Wir können durch die Hitze den Zucker, das Kochsalz schmelzen, ihre

Theile leicht beweglich nach allen Richtungen hin machen, ihren festen Zustand aufheben und vernichten. Dasselbe können wir durch Wasser; in dem Wasser, in welchem Zucker und Kochsalz schmelzen, ist es nicht die Wärme, sondern die chemische Verwandtschaft des Wassers, wodurch ihr Streben, zusammenhängend zu bleiben, aufgehoben wird.

Ein Stück von einem weißgebrannten Knochen ist unlöslich in Wasser und alkalischen Flüssigkeiten, das Streben seiner Theile, ihren Zustand zu behaupten, oder, wie man in diesem Falle sagt, ihre Cohäsionskraft, ist größer als die Verwandtschaft der Flüssigkeit. Die Bestandtheile desselben lösen sich, jeder für sich, im Wasser. In einer Menge saurer Flüssigkeiten, z. B. in Essig, lösen sich beide auf. Es ist mithin einleuchtend, daß wenn wir die Bestandtheile dieses Knochenstückes (Phosphorsäure und Kalk) in einer sauren Flüssigkeit mit einander zusammenbringen, wir keine Art von Veränderung eintreten sehen, weil beide, gleichgültig in welcher Form, in der sauren Flüssigkeit löslich sind; bringt man aber beide in Wasser gelöst zusammen, welches der Vereinigung ihrer Bestandtheile zu einem festen Körper kein Hinderniß entgegensetzt, so sehen wir Knochenerde als weißes Pulver zu Boden fallen; es entsteht, wie man sagt, ein Niederschlag.

In dieser Weise benutzt der Chemiker die ungleiche Löslichkeit der Körper in verschiedenen Flüssigkeiten, ihr Verhalten in der Wärme, als mächtige Mittel zur Scheidung, zur Analyse. Alle Mineralien ohne Ausnahme lassen sich durch geeignete Wahl in Flüssigkeiten auflösen; indem er nun durch Zusatz von andern Materien die Natur der Flüssigkeit ändert, wechselt damit die Löslichkeit der Bestandtheile des Minerals in dieser Flüssigkeit, und es gelingt ihm auf diese Weise, einen nach dem andern daraus zu scheiden. Dies ist der eine Weg, der Analyse; der andere besteht darin, daß man der Auflösung einer Verbindung, welche fünf, sechs und mehr Bestandtheile enthält, nach und nach verschiedene andere Substanzen zusetzt, die mit einem oder dem andern der Bestandtheile eine unlösliche Verbindung eingehen. Dies geschieht in einer gewissen Reihenfolge, und zwar so, wie wenn die Bestandtheile in verschiedenen Fächern lägen, zu deren Oeffnung man eben so viele verschiedene Schlüssel braucht.

# Sechster Brief.

Bei diesen Zersetzungen und Verbindungen liegt die Frage ganz nahe, wie viel man von einem Körper nöthig hat, um mit einem zweiten eine chemische Verbindung hervorzubringen, wie viel man von einem dritten Körper braucht, um einen Bestandtheil aus dieser Verbindung abzuschneiden und durch diesen dritten zu vertreten.

Alle diese Fragen sind auf das Erschöpfendste beantwortet. Man kennt genau die Mengenverhältnisse, in denen sich die Körper verbinden, so wie die Gewichtsverhältnisse, in welchen sie sich in chemischen Verbindungen vertreten.

Eine chemische Verbindung ist dadurch charakterisirt, daß das Gewichtsverhältniß ihrer Bestandtheile unveränderlich ist; darin liegt eben ihre Verschiedenheit von einem Gemenge, in dem die Bestandtheile in veränderlichen und unbestimmten Verhältnissen zugegen sind. In dem Folgenden sind die Gewichtsverhältnisse der Bestandtheile einiger chemischen Verbindungen in Procenten angegeben.

| Wasser enthält | | Salzsäure | | Kohlenwasserstoff | |
|---|---|---|---|---|---|
| Sauerstoff | 88,89; | Chlor | 97,76; | Kohlenstoff | 85,71 |
| Wasserstoff | 11,11; | Wasserstoff | 2,24; | Wasserstoff | 14,29 |
| | 100,00 | | 100,00 | | 100,00 |

| Schwefelwasserstoffsäure. | | Jodwasserstoffsäure. | |
|---|---|---|---|
| Schwefel | 94,19; | Jod | 99,21 |
| Wasserstoff | 5,81; | Wasserstoff | 0,79 |
| | 100,00 | | 100,00 |

Daß die Bestandtheile in einer chemischen Verbindung in unveränderlichen Verhältnissen zugegen sind, betrachtet man als das erste und wichtigste Verbindungsgesetz; so zwar, daß für unsere Vorstellung ein Wasser mit denselben Eigenschaften wie das gewöhnliche Wasser, aber mit einem andern Gehalte an Wasserstoff und Sauerstoff als der aufgeführte, gar nicht denkbar ist.

Die Erfahrungen, welche zu diesem Gesetze geführt haben, gehören der neueren Zeit an, woher es denn kommen mag, daß man früher, wo man sie nicht kannte, ganz unbestimmte Vorstellungen über die Beziehungen der Eigenschaften einer Verbindung zu der Quantität ihrer Bestandtheile hatte.

Wir wissen jetzt, daß die Eigenschaften einer Verbindung abhängig von bestimmten Gewichtsverhältnissen sind, und daß sie mit der Zunahme oder Abnahme eines Bestandtheils wechseln.

Was hingegen stets als eine wichtige Entdeckung angesehen werden muß, dies ist die Erfahrung, daß die Bestandtheile einer einfachen chemischen Verbindung in andern chemischen Zusammensetzungen sich genau in dem Verhältniß, in welchem sie sich verbinden, auch vertreten. In der procentischen Zusammensetzung des Wassers, Chlorwasserstoffs, Schwefelwasserstoffs kennt man demnach das Gewichtsverhältniß, in welchem Wasserstoff, Sauerstoff, Chlor, Schwefel 2c. einander vertreten.

Wenn demnach in irgend einer Sauerstoffverbindung der Sauerstoff hinweggenommen werden und Wasserstoff an dessen Stelle treten soll, so werden immer und unabänderlich 88,89 Gew. = Theile Sauerstoff ersetzt durch 11,11 Gew. = Th. Wasserstoff. In gleicher Weise werden 2,24 Gew.=Th. Wasserstoff in einer Wasserstoffverbindung vertreten und ersetzt durch 97,76 Gew.=Th. Chlor; 94,19 Gew.=Th. Schwefel durch 5,81 Gew.=Th. Wasserstoff 2c.

Die obigen durch die Analyse ermittelten Zusammensetzungen lassen sich in einer einfachen Form ausdrücken; auf

1 Gewichtstheil Wasserstoff
enthält

| das Wasser | die Chlorwasserstoffsäure | der Kohlenwasserstoff |
|---|---|---|
| 8 Gew.=Th. Sauerst. | 35,4 Chlor | 6 Kohlenstoff. |

In 9 Gew.=Th. Wasser befindet sich 1 Gew.=Th. Wasserstoff; da nun dieser 1 Gew.=Th. Wasserstoff vertretbar ist durch 35,4 Gew.=Th. Chlor und 6 Gew.=Th. Kohlenstoff, so ist einleuchtend, daß diese Zahlen (8 Sauerstoff, 35,4 Chlor, 6 Kohlenstoff) gleichzeitig die Gewichte ausdrücken, in denen diese Körper sich mit einander verbinden.

In 9 Wasser befindet sich 1 Gew.=Th. Wasserstoff, welcher aus dem Wasser abscheidbar und vertretbar ist durch 35,4 Chlor; es folgt daraus, daß wenn diese Vertretung stattgefunden hat, ein Oxyd des Chlors entsteht, in welchem auf 8 Gew.=Th. Sauerstoff 35,4 Chlor enthalten sind.

| | | |
|---|---|---|
| 1 Wasserstoff | vertreten durch | 35,4 Chlor |
| 8 Sauerstoff | hiezu der Sauerstoff aus 9 Wasser | 8,0 |
| 9 Wasser | geben | 43,4 Chloroxyd. |

| | | |
|---|---|---|
| 1 Wasserstoff | vertreten durch | 6 Kohlenstoff |
| 8 Sauerstoff | | 8 Sauerstoff |
| 9 Wasser | geben | 14 Kohlenoxyd. |

Ferner: da 1 Gew.=Th. Wasserstoff vertretbar ist durch 35,4 Gew.=Th. Chlor, so folgt daraus, daß wenn wir in 7 Kohlenwasserstoff (worin 1 Gew.=Th. Wasserstoff) an die Stelle des Wasserstoffs Chlor bringen, sich 6 Kohlenstoff verbinden mit 35,4 Chlor.

| | | |
|---|---|---|
| 1 Wasserstoff | vertreten durch | 35,4 Chlor |
| 6 Kohlenstoff | | 6 Kohlenstoff |
| 7 Kohlenwasserstoff | geben | 41,4 Chlorkohlenstoff. |

8 Gew.-Th. Sauerstoff, 35,4 Chlor, 6 Kohlenstoff, drücken, wie man sieht, in der That die Gewichte aus, in denen sich diese drei Körper unter einander verbinden; denn Vertreten will nichts anderes sagen als Verbinden.

Dieses Gesetz der Vertretung oder Verbindung ist nicht blos wahr für die genannten Körper, es gilt für alle. Kennt man demnach das Verhältniß, in welchem sich ein Körper mit einem andern — mit zehn — mit zwanzig — mit allen übrigen Körpern verbindet, so kennt man das Gewichtsverhältniß, in welchem sich alle diese Körper gegenseitig vertreten, das heißt in dem sie sich unter einander (einer mit dem andern) verbinden.

Die folgende Tabelle bedarf kaum einer Erläuterung.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Sauerstoff . . . | O. | 8 | Kalium . . . | K. | 39,2 |
| Wasserstoff . . . | H. | 1 | Calcium . . . | Ca. | 20,0 |
| Kohlenstoff . . . | C. | 6 | Sicilium . . . | Si. | 14,8 |
| Schwefel . . . . | S. | 16 | Blei . . . . . | Pb. | 103,8 |
| Stickstoff . . . . | N. | 14 | Kupfer . . . . | Cu. | 31,8 |
| Phosphor . . . . | P. | 32 | Quecksilber . . | Hg. | 100,0 |

Diese Zahlen drücken die Gewichtsmenge einiger einfachen Körper aus (sie sind von allen bekannt), in denen sie sich unter einander verbinden, oder, wenn man will, es sind die Gewichte, in denen sie sich in ihren Verbindungen vertreten.

Es ist ganz besonders hervorzuheben, daß diese Verhältnisse sich auch in den Fällen nicht ändern, wo ein Körper mit einem zweiten, dritten 2c. mehr wie eine Verbindung bildet. So verbinden sich 14 Stickstoff mit 8 Sauerstoff zu dem sog. Lustgas; es giebt eine zweite Verbindung, ein farbloses Gas, welches in der Luft rothe Nebel bildet, und das auf 14 Stickstoff 16 Sauerstoff (zweimal 8); es giebt eine dritte, welche 24 (dreimal 8), eine vierte, die 32 (viermal 8), eine fünfte, die Salpetersäure, welche 40 Sauerstoff (fünfmal 8) immer auf 14 Stickstoff enhält. So vereinigt sich Kohlenstoff mit Sauerstoff in zwei Verhältnissen; die erste Verbindung, ein brennbares Gas, enthält auf 6 Kohlenstoff 8 Sauerstoff, die andere auf 6 Kohlenstoff 16 Sauerstoff; die letztere ist die bekannte Kohlensäure.

In allen Fällen, wo die Elemente sich zu irgend einer Verbindung vereinigen, zeigen sich diese festen, unveränderlichen Verhältnisse.

Aus der Analyse der Essigsäure ergiebt sich, daß sie in 100 Gewichtstheilen 47,06 Kohlenstoff, 5,88 Wasserstoff und 47,06 Sauerstoff enthält. Ich weiß, wie viel Sauerstoff und Wasserstoff mit 47,06 Kohlenstoff verbunden sind, und nichts ist leichter, als zu berechnen, wie viel Sauerstoff und Wasserstoff auf 6 Kohlenstoff sich darin befinden. Es ist dies ein einfaches Regel de tri-Exempel. Auf 6 Kohlenstoff befinden sich darin $^3/_4$ Wasserstoff und 6 Sauerstoff, oder in ganzen Zahlen 24 Kohlenstoff (viermal 6), 3 Wasserstoff (viermal $^3/_4$) und 24 Sauerstoff (dreimal 8).

Oder ich weiß, wie viel Kohlenstoff und Wasserstoff in der Essigsäure mit 47,06 Sauerstoff vereinigt sind, und berechne, wie viel von diesen beiden Elementen auf 8 Sauerstoff (auf eine andere der obigen unveränderlichen Zahlen) kommen. Ich erhalte, auf 8 Sauerstoff sind 1 Wasserstoff und 8 Kohlenstoff; dreimal genommen giebt dies das nämliche Verhältniß.

Die Zusammensetzung aller chemischen Verbindungen ohne Ausnahme läßt sich ganz in der nämlichen Weise durch diese festen Zahlen ausdrücken, die man eben darum Mischungsgewichte, und in Beziehung auf ihre gegenseitige Vertretung Aequivalente genannt hat, weil sie wirklich die Quantitäten ausdrücken, in denen die Körper Mischungen (besser Verbindungen) eingehen, oder in denen sie gleiche Wirkungen hervorbringen.

Um eine chemische Action auszuüben, habe ich zu irgend einem Zweck 8 Sauerstoff nöthig, und wenn ich anstatt des Sauerstoffs zu gleichem Zweck Schwefel verwenden kann und will, so brauche ich stets 16 Schwefel; diese Mischungsgewichte drücken gleiche Wirkungswerthe aus.

Die Erkenntniß des Naturgesetzes, welches in diesen festen Verbindungsverhältnissen sich ausspricht, führte die Chemiker zu einer Zeichensprache, die ihnen gestattet, die Zusammensetzung einer Verbindung, die Vertretung eines ihrer Elemente und überhaupt die Art und Weise, wie sie sich die Elemente geordnet denken, in einer außerordentlich einfachen Form auszudrücken. Sie kamen nämlich unter einander überein, die Elemente und die Aequivalente mit den Anfangsbuchstaben ihrer lateinischen Namen zu bezeichnen, in der Art also, daß O (von Oxygenium) nicht nur den Sauerstoff, sondern nicht mehr und nicht weniger wie 8 Gewichtstheile Sauerstoff, H, 1 Gewichtstheil Wasserstoff, S, 16 Gewichtstheile Schwefel bedeutet. Man sieht leicht, zu welcher Bequemlichkeit dies führt. Dem glücklichsten Gedächtniß würde es nicht möglich sein, die procentische Zusammensetzung von einem halben Hundert Verbindungen stets gegenwärtig zu haben; aber nichts ist leichter, als sich dieser Zeichen oder Formeln zu erinnern, deren Verständniß so einfach ist. Die Zusammensetzung des Wassers (in 100 Theilen 88,89 Sauerstoff und 11,11 Wasserstoff) drückt der Chemiker durch HO aus, die doppelte Menge durch 2 HO, die dreifache durch 3 HO &c.; das Kohlenoxyd durch CO, die Kohlensäure durch $CO_2$, die Essigsäure durch $C_4H_3O_3$, die Verbindung der Essigsäure mit Wasser durch $C_4H_3O_3 + HO$, den Aether durch $C_4H_5O$, den Alkohol durch $C_4H_5O + HO$.

Unter den zusammengesetzten Körpern giebt es viele Gruppen, deren einzelne Glieder ähnliche Eigenschaften oder einen gleichen chemischen Charakter zeigen, und die einander in ihren Verbindungen vertreten können. Die Eigenschaften der Gruppe, die den Namen „Säuren" führt, sind Jedermann bekannt, weniger vielleicht, was man unter Basis oder Base versteht, womit im Allgemeinen eine Verbindung bezeichnet wird, welche die Fähigkeit hat, die sauren Eigenschaften der Säure aufzuheben, zu neutralisiren.

Der durch Verbindung einer Säure mit einer Basis entstandene Körper führt, ohne alle Rücksicht auf den Geschmack, den Namen Salz.

Eine Basis kann in einem Salze eine andere Base, eine Säure eine andere vertreten, und bei der näheren Beachtung der Verhältnisse, in denen sich die Metalloxyde, die zu den Basen gehören, vertreten, hat sich ergeben, daß hierzu sehr ungleiche Gewichte von verschiedenen Basen nöthig sind. Um 10 Theile von der einen Basis auszuscheiden, braucht man 15 Theile von einer anderen, 25 Theile von einer dritten u. s. w. Wenn nun die 10 Theile der ersten Basis 5 Theile Sauerstoff enthalten, so zeigt es sich, daß auch die 15 Theile der zweiten und die 25 Theile der dritten 2c. ebenfalls nicht mehr und nicht weniger als 5 Theile Sauerstoff enthalten.

Die Sauerstoffmengen der sich vertretenden metallischen Basen bleiben sich unverändert gleich, nur die Metalle, die damit verbunden sind, vertreten sich je nach ihren Aequivalenten; für 39,2 Kalium, welche austreten, gehen 100,0 Quecksilber in die Verbindung ein.

Die Chemiker sind übereingekommen, eine jede Quantität eines Metalloxydes, welches 8 Gewichtstheile (= 1 Aequivalent) Sauerstoff enthält, ein Aequivalent Metalloxyd zu nennen, ohne alle Rücksicht auf die Anzahl der Aequivalente Metall, die sich darin befinden.

Wenn man demnach die Menge Säure kennt, die man nöthig hat, um mit einem Aequivalent Basis ein neutrales Salz zu bilden, so bleibt sich diese Säuremenge für jedes Aequivalent einer anderen Basis völlig gleich, eben weil diese andern Basen gerade so viel Sauerstoff wie die erste enthalten und weil sich ihre gegenseitige Vertretung nur nach diesem Sauerstoffgehalt regelt. Man hat, wieder nach Uebereinkunft, die Quantität Säure, welche ein Aequivalent Basis sättigt, ein Aequivalent Säure genannt.

Einmal damit bekannt, wird man jetzt leicht finden, warum die Chemiker die Zusammensetzung der Essigsäure durch die Formel $C_4\ H_3\ O_3$, und nicht durch $C_2\ H_1\ ^1/_2\ O_1\ ^1/_2$ oder irgend eine andere bezeichnen. Rechnen wir die Zahlen, welche diese Zeichen bedeuten ($C_4$ = viermal 6 = 24 Kohlenstoff, $H_3$ = 3 Wasserstoff, $O_3$ = dreimal 8 = 24 Sauerstoff), so bekommt man als Summe 51. Diese einundfünfzig Theile Essigsäure sind die Gewichtsmenge Essigsäure, die sich mit einem (oder irgend einem) Aequivalent Metalloxyd zu einem Salze verbindet.

Die Formel einer Säure bezieht sich gewöhnlich auf 1 Aequivalent Basis, die irgend einer anderen Zusammensetzung bezieht sich stets auf das Gewichtsverhältniß, in welchem seine Elemente mit dem bekannten und ausgemittelten Aequivalent eines anderen Körpers sich verbunden haben. In Fällen, wo dies unbekannt ist, drücken die Formeln nur die gegenseitigen Beziehungen der Zusammensetzung zweier oder mehrerer Körper aus.

Die Formel eines essigsauren Salzes wird demnach geschrieben werden müssen $C_4\ H_3\ O_3$, $MO$; ($M$ bedeutet 1 Aequivalent irgend eines Metalls). Wenn wir uns das Metall durch 1 Aequivalent Wasserstoff vertreten denken, so drückt die Formel eine Verbindung der Essigsäure

mit Wasserstoffoxyd (Wasser) aus, welche man, wie alle Wasserverbindungen ähnlicher Art, Hydrat nennt; die Formel desselben ist $C_4 H_3 O_3, HO$, oder alle Elemente zusammengerechnet $C_4 H_4 O_4$. Dieser letzteren Formel gemäß kann man auch ein essigsaures Salz in folgender Weise schreiben:

$C_4 \left.\begin{matrix} H_3 \\ M \end{matrix}\right\} O_4$; es stellt dar Essigsäurehydrat, in welchem an den Platz von 1 Aequivalent Wasserstoff getreten ist 1 Aequivalent Metall.

Um die chemischen Verbindungen in Beziehung auf ihre Zusammensetzung zu vergleichen, um ihre Veränderungen, Umwandlungen und Zersetzungen einzusehen und ohne weitere Auseinandersetzung darzulegen, ist diese Zeichensprache von unschätzbarem Werth.

Ich habe eine Analyse der Essigsäure gemacht, und will sehen, ob die durch das Experiment gefundenen Zahlen richtig sind, so drücke ich das Ergebniß des Versuches, die gefundene Kohlenstoff-, Wasserstoff- und Sauerstoffmenge in Aequivalentzahlen aus; diese letzteren sind mit aller erdenklichen Genauigkeit ausgemittelt worden, und je mehr meine Zahlen mit diesen stimmen (man heißt dies mit der Rechnung stimmen), desto mehr Zutrauen habe ich zu meiner Analyse; weichen meine Zahlen ab, so muß ich einen Fehler vermuthen, und die Arbeit fängt von vorne an. So hat man denn in den Aequivalentzahlen strenge Berichtiger der chemischen Analyse; sie zeigen mir an, daß ein Fehler begangen worden ist, oder daß meine Substanz nicht den gehörigen Grad der Reinheit besaß; Jedermann wird die folgenden Formeln übersetzen können:

$C_{14} H_6 O_2$ Bittermandelöl.
$C_{14} H_6 O_4$ Benzoesäure.

Das Bittermandelöl nimmt an der Luft Sauerstoff auf und verwandelt sich in Benzoesäure.

Die Ansicht der Formeln drückt die Beziehung zwischen beiden aus, in die Zahlenwerthe übersetzt, giebt sie das Quantitative in dieser Umwandlung genau an.

$C_4 H_6 O_2$ Alkohol.
$C_4 \left.\begin{matrix} H_4 \\ O_2 \end{matrix}\right\} O_2$ Essigsäure.

Der Alkohol verwandelt sich durch Aufnahme von Sauerstoff in Essigsäure. Man sieht leicht aus den Formeln, daß die Umwandlung darin besteht, daß 2 Aequivalente Wasserstoff im Alkohol ausgetreten und ersetzt sind durch 2 Aequivalente Sauerstoff. Alles dies ist außerordentlich einfach, und man wird nun leicht verstehen, was in einem vorhergehenden Briefe angedeutet wurde, daß wenn ein neues Metall oder ein neues Metalloid entdeckt werden würde, es genügt, zu bestimmen, wie viel von diesem Metall sich mit 8 Sauerstoff oder wie viel von dem Metalloid sich mit 39,2 Kalium verbindet, um in der erhaltenen Zahl das Gewicht zu kennen, in welchem sich dieser neue Körper mit

den andern verbindet; das Aequivalent des Lanthans, des Didyms, zweier neuen Metalle, die kürzlich in dem Cerit, und das des Broms, welches vor einigen Jahren in dem Meerwasser entdeckt wurde, ist auf keine andere Weise ausgemittelt worden.

An den Thatsachen, oder dem Verhalten der Körper, welches ich auseinandergesetzt habe, hat die schöpferische Phantasie nicht den geringsten Antheil; jede Zahl ist das Resultat einer großen Menge sorgfältig angestellter Analysen, die sich denn freilich nicht von selbst zu dem wichtigen Gesetz zusammengestellt haben. Das Gesetz wurde erschlossen und entdeckt durch den Scharfsinn eines Deutschen, und der Name Richter wird so unvergänglich sein, wie die Wissenschaft selbst.

# Siebenter Brief.

Man wird sich leicht denken können, daß die Frage nach dem Warum, nach der Ursache dieser festen, unveränderlichen Gewichte, den philosophischen Geist der Chemiker beschäftigen mußte. Es muß eine Ursache geben, welche das Zusammentreten der Elemente in anderen Verhältnissen unmöglich macht, welche einer Verkleinerung oder Vergrößerung derselben ein unüberwindliches Hinderniß entgegensetzt. Die festen Verhältnisse sind die äußeren Merkmale dieser Ursache, allein mit denselben ist das Gebiet der Forschung begrenzt, sie selbst ist nicht sinnlich wahrnehmbar und kann nur Gegenstand der Speculation, des geistigen Vorstellungsvermögens sein.

Wenn ich es versuchen werde, die Ansicht zu entwickeln, welche in diesem Augenblick über die Ursache der chemischen Proportionen herrschend geworden ist, so muß man nicht vergessen, daß ihre Unwahrheit oder Wahrheit mit dem Gesetze selbst nicht das Geringste zu thun hat; dieses letzte bleibt als ein Ausdruck der Erfahrung immer wahr und ändert sich nicht, wie sich auch die Vorstellungen über den Grund ändern mögen.

Eine sehr alte Vorstellung über die Natur der Materie, die sogenannte atomistische, eignet sich in der That vortrefflich zum sinnlichen Verständniß der chemischen Proportionen; sie setzt nämlich voraus, daß in einem Raum, den ein fester, flüssiger oder luftförmiger Körper einnimmt, nicht alle Theilchen des Raumes mit fester Masse, mit Materie ausgefüllt seien, sondern daß ein jeder Körper Poren habe, nicht etwa wie bei einem Stücke Holz, an dem sie sichtbar sind, sondern unendlich viel kleiner. Ein Körper besteht nach dieser Ansicht aus sehr kleinen Körpertheilchen, die sich in einer gewissen Entfernung von einander befinden; zwischen je zwei Theilchen ist also ein, nicht durch die Materie des Körpers ausgefüllter Raum vorhanden.

Die Wahrscheinlichkeit dieser Idee ist in die Augen fallend; wir können ein Volumen Luft in einen tausendmal kleineren Raum zusammenpressen, und auch feste und flüssige Körper nehmen unter der Gewalt eines mechanischen Druckes einen kleineren Raum ein. Eine Billardkugel, mit einiger Kraft auf einen harten Körper geworfen, plattet sich ab und nimmt nach dem Abspringen die Kugelform wieder

an. Alle Körper nehmen beim Erwärmen einen größeren, beim Erkalten einen kleineren Raum ein.

Es ist aus diesen wohlbekannten Erfahrungen leicht ersichtlich, daß der Raum, den ein Körper gerade einnimmt, von zufälligen Umständen abhängt, daß er wechselt mit den Ursachen der Temperatur und dem Druck, die ihn größer oder kleiner zu machen streben. Wenn man sich nun denkt, daß an dem Orte, wo sich ein kleines Theilchen Materie, das eigentlich Raumerfüllende in einem Körper, befindet, nicht gleichzeitig ein zweites und drittes Theilchen Platz hat, so führt dies von selbst auf die Vorstellung, daß die Vergrößerung oder Verkleinerung des Volumens eines Körpers eine Folge ist von der größeren oder kleineren Entfernung seiner raumerfüllenden Theilchen. In einem Pfund flüssigen Wassers sind offenbar die Wassertheile näher bei einander als in einem Pfunde Wasser-Dampf, der bei gewöhnlichem Druck einen 1700 mal größeren Raum einnimmt.

Diese Vorstellung gewährt Einsicht in eine Menge Erscheinungen, welche, gleich einfach, bis jetzt durch keine andere Ansicht erklärbar sind. Die atomistische Theorie setzt ferner voraus, daß die kleinen Theilchen, woraus die Masse eines Körpers besteht, nicht weiter in kleinere theilbar seien, daher denn der Name A t o m e für diese kleinsten Theilchen.

Es ist für den Verstand durchaus unmöglich, sich kleine Theilchen Materie zu denken, welche absolut untheilbar sind; im mathematischen Sinne unendlich klein, ohne alle Ausdehnung können sie nicht sein, eben weil sie Gewicht besitzen; allein so klein auch ihr Gewicht angenommen werden mag, wir können die Spaltung des einen Theilchens in 2 Hälften, in 3, in 100 Theile nicht für unmöglich ansehen. Aber wir können uns auch denken, daß diese Atome nur physikalisch untheilbar sind, so daß sie sich nur unserer Wahrnehmung nach so verhalten, wie wenn sie keiner weiteren Theilung mehr fähig wären; ein physikalisches Atom würde in diesem Sinne eine Gruppe von viel kleineren Theilchen sein, die durch eine Kraft oder durch Kräfte zu einem Ganzen zusammengehalten werden, stärker als alle auf den Erdkörper zu ihrer weiteren Spaltung uns zu Gebote stehenden Kräfte.

Mit diesen Atomen, und was der Chemiker darunter meint, verhält es sich wie mit seinen Elementen. Die 64 bekannten einfachen Körper sind nur Elemente beziehungsweise zu den Kräften und Mitteln, die uns zu Gebote stehen, um sie in noch einfachere zerfallen zu machen. Wir können es nicht oder jetzt noch nicht, und die Grundsätze der Naturforschung festhaltend, nennen wir sie so lange einfache Körper, bis uns die Erfahrung eines Besseren überführt. Die Geschichte der Wissenschaft ist in Hinsicht auf diese Methode reich an nützlichen Lehren; Rückschritte, Irrthümer und falsche Ansichten ohne Zahl waren stets die unmittelbaren Folgen der Ueberschreitung des Gebietes der Erfahrung. Ohne die Theilbarkeit der Materie in's Unendliche zu bestreiten, behauptet der Chemiker nur den festen Grund und Boden seiner Wissenschaft, wenn er die Existenz physikalischer Atome als eine ganz unbestreitbare Wahrheit annimmt.

Ein Tübinger Professor (Gmelin) hat diese Ansicht durch ein geistreiches Bild versinnlicht; er vergleicht die Atome mit den Himmelskörpern, die in Beziehung zu dem Raum, in welchem sie schweben, unendlich klein, d. h. Atome sind. Alle diese unzähligen Sonnen mit ihren Planeten und Trabanten bewegen sich in abgemessenen Entfernungen von einander; sie sind untheilbar in Hinsicht auf die Existenz von Kräften, die von ihnen etwas Materielles losreißen, oder ihre Gestalt und Größe in einem so bemerklichen Grade zu ändern vermöchten, daß damit ihr Verhältniß zu den anderen Himmelskörpern gestört werden könnte; aber sie sind nicht untheilbar an sich. Das Weltall stellt in diesem Sinne einen großen Körper dar, dessen Atome, die Himmelskörper, untheilbar und unveränderlich sind.

Der atomistischen Ansicht gemäß ist demnach ein Stück Glas, ein Stück Zinnober, ein Stück Eisen ꝛc. ein Haufwerk von Atomen Glas, Zinnober, Eisen, deren Zusammenhang durch die Cohäsionskraft bedingt wird; das allerkleinste denkbare Theilchen Eisen ist immer Eisen, aber was den Zinnober betrifft, so wissen wir mit der größten Bestimmtheit, daß ein physikalisch nicht weiter in kleinere Theile spaltbares Theilchen Zinnober noch kleinere Theile enthält, nämlich Schwefel- und Quecksilbertheilchen, von denen wir sogar das Gewichtsverhältniß kennen, in welchem beide darin vorhanden sind.

Das Eisen besteht aus gleichartigen Atomen Eisen, der Zinnober aus gleichartigen Atomen, von denen jedes Zinnober ist; aber diese letzteren sind nicht einfach, wie die des Eisens, sondern sie sind einer weiteren Spaltung fähig; für die Sinne sind sie gleichartig, allein wir wissen, daß sie zusammengesetzt sind; wir können durch Reiben, Pulvern, Feilen ꝛc. ein Stück Zinnober in viel kleinere Stückchen zertheilen, allein durch keine mechanische Gewalt sind wir im Stande, die Kraft zu überwinden, mit welcher die ungleichartigen Theilchen, die Bestandtheile eines zusammengesetzten Atoms zusammengehalten werden. Darin unterscheidet sich eben die chemische Verwandtschaft von der Cohäsionskraft, daß sie sich nur bei Berührung der ungleichartigen Atome thätig zeigt, und da sich die Atome einander nicht durchdringen können, so folgt von selbst, daß die zusammengesetzten Atome durch Nebeneinanderlegung der einfachen, in Folge der zwischen ihnen thätigen Verwandtschaftskraft entstehen; sie gruppiren sich zu zwei, drei, zu hundert ꝛc., und jede dieser Gruppen stellt einen gleichartigen Theil der ganzen Masse dar. Wir können uns das kleinste Theilchen Zinnober als eine Gruppe von zwei Atomen denken, von denen das eine ein Quecksilberatom, das andere ein Schwefelatom ist.

Wenn man erwägt, daß tausend Pfund Zinnober das nämliche Verhältniß Schwefel und Quecksilber enthalten, wie ein Pfund oder ein Gran, und sich denkt, daß ein Stück Zinnober eine Million Zinnoberatome enthalte, so ist klar, daß in einem einzigen Atom, wie in der Million Atome, sich stets für je 16 Schwefel 100 Quecksilber befindet. Zerlegen wir den Zinnober durch Eisen, so tritt das Quecksilberatom aus und sein Platz wird nun von einem Eisenatom eingenommen.

Ersetzen wir den Schwefel im Zinnober durch Sauerstoff, so tritt ein Sauerstoffatom an die Stelle des Schwefelatoms.

Man sieht leicht ein, daß nach dieser Vorstellung über die Zusammensetzung der Körper und ihre gegenseitige Vertretung die Aequivalentenzahlen nichts anderes ausdrücken, als das relative Gewicht der Atome. Wie schwer ein einzelnes Atom wiegt, sein absolutes Gewicht, ist nicht bestimmbar, wie viel das eine aber mehr Gewicht mitbringt in eine chemische Verbindung, als das andere, das relative Gewicht der Atome, dies kann ermittelt werden. Ich brauche zur Vertretung von 8 Gewichtstheilen Sauerstoff 16 Schwefel, oder doppelt so viel als das Gewicht des Sauerstoffs beträgt, weil das Schwefelatom doppelt so schwer ist, wie das Sauerstoffatom; ich habe nur ein Achtel von dem Gewicht des Sauerstoffs an Wasserstoff nöthig, weil das Wasserstoffatom achtmal leichter ist. So ist das Kohlenoxyd eine Gruppe von 2 Atomen, die Kohlensäure eine Gruppe von 3 Atomen; das erste enthält auf 1 Atom Kohlenstoff 1 Atom, die Kohlensäure 2 Atome Sauerstoff.

Die Unveränderlichkeit der festen Gewichtsverhältnisse, in denen sich die Körper verbinden, erklärt die Theorie aus der Existenz untheilbarer Theilchen, welche ungleich schwer sind, und in der chemischen Verbindung sich nicht durchdringen, sondern neben einander lagern.

In ihrer eigentlichen Bedeutung drücken die Aequivalentenzahlen gleiche Wirkungswerthe aus, nämlich die Gewichte der Körper, in welchen sie in der chemischen Verbindung gleiche Wirkungen hervorbringen, und diese Wirkungen versinnlichen wir uns, indem wir sie untheilbaren Theilchen zuschreiben, die einen gewissen Raum einnehmen und eine bestimmte Gestalt besitzen. Wir haben kein Mittel, um uns Gewißheit über die wahre Anzahl der Atome selbst in der einfachsten Verbindung zu verschaffen; denn um dies zu können, müßten wir im Stande sein, sie zu sehen und zu zählen; eben deshalb ist bei aller Ueberzeugung, die wir über die Existenz physischer Atome haben, die Annahme, daß die Aequivalentenzahlen wirklich das relative Gewicht der einzelnen Atome ausdrücken, nur eine Hypothese, für die wir keine weiteren Beweise haben.

Ein Zinnoberatom enthält auf 100 Quecksilber 16 Schwefel; die Chemiker *nehmen an*, daß diese Verhältnisse das relative Gewicht von *einem* Atom Quecksilber und *einem* Atom Schwefel ausdrücken. Dies ist eine bloße Hypothese; es könnte ja sein, daß 100 Quecksilber das Gewicht von 2 oder 3, 4 oder mehr Atomen Quecksilber repräsentiren. Wären es 2 Atome, so würde 1 Atom Quecksilber durch die Zahl 50, wären es 3, so würde es durch die Zahl 33,3 repräsentirt werden müssen. Der Zinnober würde in dem einem Falle — so würden wir sagen — aus 2 (aus zweimal 50), in dem anderen aus 3 Atomen (dreimal 33,3) Quecksilber und 1 Atom Schwefel bestehen.

Was man in dieser Hinsicht auch annehmen mag, ob 2 oder 3 ꝛc. Atome Quecksilber oder Schwefel, die Zusammensetzung des Zinnobers bleibt wie sie ist, nur die Art ihrer Versinnlichung würde sich mit der hypothetischen Ansicht über die Anzahl der Atome in einer chemischen Verbindung ändern. Es wird deshalb immer am besten bleiben, aus

der chemischen Zeichensprache, deren einziger Zweck ja nur ist, die Zusammensetzungen der chemischen Verbindungen anschaulich und leicht verständlich zu machen, alles Hypothetische zu verbannen, die Schreibart der Formeln also nicht zu einem Ausdrucke wechselnder Vorstellungen zu machen. Die Anzahl der Aequivalente der Bestandtheile in einer chemischen Verbindung ist unveränderlich und bestimmbar, die eigentliche Anzahl der Atome, die sich zu einem Aequivalent vereinigen, wird nie ermittelt werden. Es führt aber nicht den geringsten Nachtheil mit sich, wenn wir überall, wo es sich um theoretische Betrachtungen oder um Verdeutlichung von Begriffen handelt, die Aequivalente für die Gewichte der Atome selbst nehmen. Diese Zahlen drücken in diesem Sinne, wie sich von selbst versteht, nur die Gewichtsunterschiede der Atome aus, wie viel mal das eine Atom schwerer als das andere ist. Die in der Tabelle S. 66 angeführten Zahlen beziehen sich auf die Vertretung einer Gewichtsmenge Wasserstoff = 1 oder auf die Vertretung der mit dieser Wasserstoffmenge in dem Wasser verbundenen Sauerstoffmenge. Auf 1 Gewichtstheil Wasserstoff enthält das Wasser 8 Gewichtstheile Sauerstoff; wenn man nun annimmt, das Wasser bestehe aus 1 Atom Wasserstoff und 1 Atom Sauerstoff, wenn man ferner voraussetzt, daß zur Vertretung von 1 Atom Wasserstoff oder Sauerstoff immer nur 1 Atom eines anderen Körpers und nicht mehr oder weniger nöthig ist, so drücken die Gewichte der anderen Körper die Atomgewichte derselben aus, in Zahlen, die sich natürlich alle auf 1 Gewichtstheil Wasserstoff oder 8 Gewichtstheile Sauerstoff beziehen. Multiplicirt man alle Aequivalentenzahlen mit $12^1/_2$, so wird die Aequivalentenzahl des Wasserstoffs 12,5, die des Sauerstoffs wird 100, und die übrigen Zahlen drücken alsdann aus, wie viel von den verschiedenen anderen Körpern dazu gehört, um 100 Sauerstoff oder um $12^1/_2$ Wasserstoff zu vertreten. Durch Multiplication aller Aequivalente mit einer und derselben Zahl werden ja die Beziehungen, in denen sie zu einander stehen, in keiner Weise geändert, und es ist ganz gleichgültig, ob man sich der Zahlen bedient, die sich auf den Wasserstoff als Einheit oder auf den Sauerstoff = 100 beziehen.

# Achter Brief.

Die Atome müssen, unserer Vorstellung nach, einen gewissen Raum einnehmen und eine gewisse Gestalt besitzen: durch ihre Verbindung unter einander entstehen zusammengesetzte Atome, die natürlicher Weise einen gleichen oder größeren Raum einnehmen, wie die einfachen zusammengenommen; je nach ihrer Zusammensetzung oder der Art und Weise, wie sie sich geordnet haben, muß die Form wechseln. Bei den krystallisirenden Körpern, deren kleinste Theilchen eine bestimmte Gestalt besitzen, läßt sich, wie sich von selbst versteht, allein wahrnehmen, in welcher Beziehung die Form des Krystalls zu seiner Zusammensetzung steht. Man hat hierüber sehr interessante Beobachtungen gemacht.

Wenn nämlich zwei Salze von verschiedener Krystallgestalt aus einer und derselben Flüssigkeit krystallisiren, so bilden sich die Krystalle des einen Salzes vollkommen so aus, wie wenn das andere Salz in der Flüssigkeit gar nicht vorhanden wäre. Bringen wir eine Handvoll Salpeter und Kochsalz in eine hinreichende Menge Wasser, so lösen sich beide darin auf. Stellen wir die Auflösung auf einen warmen Ofen, so verdunstet allmälig das Wasser und die beiden Salze lagern sich in Krystallen auf dem Boden des Gefäßes wieder ab; mit bloßem Auge unterscheidet man die Würfel des Kochsalzes von den langen Säulen, welche dem Salpeter angehören. Nehmen wir einen Kochsalzkrystall aus der Flüssigkeit heraus und waschen ihn mit etwas reinem Wasser ab, so zeigt es sich, daß in dem Kochsalzkrystall kein Salpeter enthalten ist: auf der andern Seite enthalten die Salpeterkrystalle kein Kochsalz. Wenn man nun erwägt, daß beide Krystalle sich gleichzeitig in einer und derselben Flüssigkeit bilden, so folgt von selbst aus der Beschaffenheit der Krystalle, daß die Kochsalztheilchen, indem sie sich zu einem Krystalle vereinigten, nur Kochsalztheilchen, die Salpetertheilchen nur Salpetertheilchen anzogen und dadurch an Größe zunahmen. Zuletzt, wenn alles Wasser verdampft ist, hat man ein inniges Gemenge von Kochsalz und Salpeter, aber jeden einzelnen Kochsalzkrystall dennoch gesondert von den einzelnen Salpeterkrystallen.

Ganz anders verhält es sich mit Bittersalz und Nickel- oder Zinkvitriol; wenn beide aus einer und derselben Flüssigkeit krystallisiren, so beobachtet man keine Trennung von Zinkvitriol- und Bittersalzkrystallen, sondern die gebildeten Krystalle enthalten gleichzeitig Zinkvitriol und

Bittersalz, oder Nickelvitriol und Bittersalz, und zwar in allen möglichen Verhältnissen, je nach der Menge, die von beiden Salzen in der Auflösung vorhanden war. Man sieht leicht ein, daß die sich abscheidenden Zinkvitriol- und Bittersalztheilchen eine Anziehung, und offenbar eine ganz gleiche, zu einander hatten, denn ein Bittersalzkrystall zog ja ein Zinkvitrioltheilchen ganz so an, wie wenn es ein Bittersalztheilchen gewesen wäre, und umgekehrt; es fand nicht, wie zwischen Kochsalz und Salpeter, eine Art Wahl statt.

Wenn man nun einen Nickelvitriolkrystall mit einem Bittersalzkrystall vergleicht, so zeigt es sich, daß beide einerlei Krystallgestalt besitzen. So sieht der Bittersalzkrystall aus wie weißer Nickelvitriol, der Nickelvitriol wie grünes Bittersalz; es ist in den Winkeln, Ecken und Kanten kein Unterschied wahrnehmbar. Da nun ein großer Krystall aus einer Anhäufung von kleinen und kleinsten Krystallchen besteht, so muß nothwendig das letzte Nickelvitrioltheilchen die nämliche Gestalt haben, wie das allerletzte oder kleinste Bittersalztheilchen, oder, was das Nämliche ist, die Gruppe von Atomen, die zu einem Zink- oder Nickelvitriolatom zusammengetreten sind, hat die nämliche Form wie die Gruppe, aus der ein Bittersalzatom besteht; der Krystall, in welchem beide in und neben einander sich vereinigt befinden, besitzt die Gestalt, welche jeden seiner Bestandtheile (das Bittersalz, den Nickel- oder Zinkvitriol) charakterisirt.

Weitere Beobachtungen haben ergeben, daß die Gleichheit der Krystallformen zweier Körper nicht der einzige Grund ist, daß sie zusammen krystallisiren und daß die Form ihrer gemischten Krystalle die nämliche ist, wie die ihrer Bestandtheile.

So besitzt ein Salmiakkrystall dieselbe geometrische Gestalt wie ein Alaunkrystall, aber aus einer und derselben Flüssigkeit krystallisiren beide getrennt von einander; die sich bildenden Alaunkrystalle enthalten keinen Salmiak, die Salmiakkrystalle keinen Alaun, offenbar weil, trotz der gleichen Form der Krystallatome, die Kraft, mit welcher die Alauntheilchen und Alauntheilchen, oder Salmiaktheilchen und Salmiaktheilchen einander anziehen, weit größer ist als die anziehende Kraft, die zwischen Salmiak- und Alauntheilchen thätig ist; denn diese letztere besteht für die Beobachtung nicht.

Wenn man nun die Zusammensetzung derjenigen Verbindungen, die bei gleicher Krystallform nicht zusammen krystallisiren, mit denen vergleicht, welche unter denselben Umständen gemischte Krystalle bilden, so zeigt sich, daß die ersteren eine unähnliche, die anderen eine in allen Stücken ähnliche Zusammensetzung besitzen. So enthalten Bittersalz, Zinkvitriol, Nickelvitriol eine ganz gleiche Anzahl zusammengesetzter Atome und zwar so, daß ein Bittersalzkrystall von einem Zink- oder Nickelvitriolkrystall sich nur dadurch unterscheidet, daß die beiden letzteren, anstatt eines Aequivalents oder Atoms Magnesium, ein Atom Nickel oder Zink enthalten, in der Art, daß wir Zink- und Nickelvitriol erhalten, wenn wir in einem Bittersalzkrystall das Magnesium ausscheiden und durch ein Aequivalent Zink oder Nickel vertreten.

Das Salmiakatom enthält seinen Bestandtheilen nach nur zwei Atome; der Alaun, welcher in derselben Form krystallisirt, enthält dreißig Atome Eine unähnlichere Constitution kann nicht gedacht werden; sie krystallisiren nicht zusammen.

In allen späteren Untersuchungen hat sich stets gezeigt, daß die Aehnlichkeit in der Zusammensetzung in sehr vielen Fällen eine gleiche Krystallform bedingt, daß zwei Verbindungen von gleicher Krystallform, wenn sie gemischte Krystalle geben, welche die nämliche geometrische Gestalt besitzen, meistens auch ähnlich zusammengesetzt sind, d. h. eine gleiche Anzahl von Atomen (oder Aequivalenten) in derselben Weise geordnet enthalten. In den Fällen, wo zwei Salze von verschiedener Krystallgestalt zusammen krystallisiren, zeigt es sich stets, daß die Form des gemischten Krystalls gleich ist der Form des einen der beiden Salze, und daß seine Zusammensetzung diesem letztern ähnlich ist. So enthält man aus einer Mischung von Kupfer- und Eisenvitriol (zwei Salze von verschiedener Form und unähnlicher Zusammensetzung), je nach der überwiegenden Menge des einen von beiden, gemischte Krystalle, welche die Form des Kupfervitriols oder die Form des Eisenvitriols besitzen, und es zeigt sich, daß die ersteren in ihrer Zusammensetzung dem Kupfervitriol, die anderen dem Eisenvitriol ähnlich sind.

Die schönsten Beispiele, daß in vielen Verbindungen die Krystallgestalt ganz unabhängig ist von der Verschiedenheit der Elemente, bieten die sogenannten Alaune dar, womit man Verbindungen bezeichnet, welche eine dem gewöhnlichen Alaun ähnliche Zusammensetzung besitzen, dessen Bestandtheile Schwefelsäure, Thonerde, Kali und Wasser sind. Er krystallisirt in schönen, regelmäßigen Oktaëdern. Wir können aus diesem Alaun die Thonerde herausnehmen und durch Eisenoxyd, Chromoxyd, Manganoxyd ersetzen, ohne daß sonst etwas in seiner Form oder Zusammensetzung geändert wird. Der Eisenalaun (welcher an der Stelle der Thonerde Eisenoxyd enthält) ist blaß violett und der äußeren Beschaffenheit nach nicht unterscheidbar vom Thonerde-Alaun. Der Chromalaun unterscheidet sich in nichts davon, außer durch eine violettrothe, der Manganalaun durch eine violette Farbe. Legt man einen Krystall von Chromalaun in eine kalt gesättigte Auflösung von gewöhnlichem Thonerde-Alaun, so lagern sich die beim allmäligen Verdunsten des Wassers krystallisirenden Theilchen des Thonerde-Alauns auf den Flächen des Chromalaunkrystalls ganz so ab, wie wenn es Chromalauntheilchen wären. Diejenige Fläche nimmt am raschesten an Größe zu, welche den Boden des Gefäßes berührt, und wenn man täglich den Krystall wendet und alle Flächen gleichmäßig wachsen macht, so hat man zuletzt ein regelmäßiges Oktaëder von weißem, durchsichtigem Thonerde-Alaun, in dessen Mitte sich als Kern ein im durchfallenden Lichte rubinrothes regelmäßiges Oktaëder von Chromalaun befindet.

In ganz gleicher Weise können wir die Schwefelsäure des Alauns ausscheiden und durch die ähnlich zusammengesetzte Chromsäure und Selensäure ersetzen, das Kali durch Ammoniumoxyd, ohne seine Krystallform im mindesten zu ändern, und es hat sich ergeben, daß nicht nur

in dem einen Beispiel, in dem Alaun, nein, daß überall, in allen Fällen, wo Thonerde, Eisenoxyd, Chromoxyd, Manganoxyd, oder Schwefelsäure, Chromsäure und Selensäure, oder Kali und Ammoniumoxyd sich in Verbindungen vertreten, die Form der neuen Verbindung unverändert bleibt; nur in dem Fall, wenn in Folge dieser Vertretungen ein neuer Bestandtheil zu-, oder einer der vorhandenen übrigen Bestandtheile austritt, sieht man, daß sich auch die Krystallform ändert, indem die Zusammensetzung alsdann unähnlich wird.

Alle die sich in ähnlichen Verbindungen ohne Aenderung der Krystallgestalt vertretenden Körper hat man nach und nach kennen gelernt und in Gruppen geordnet; sie haben den diese Eigenschaft sehr gut bezeichnenden Namen isomorphe (gleichgestaltige) Substanzen erhalten. So sagt man, sind Chlor, Brom, Jod, Cyan, Fluor, oder Kalk, Bittererde, Eisen- und Manganoxydul isomorph, womit man also meint, daß ihre ähnlich zusammengesetzten Verbindungen gleiche Krystallgestalt haben und sich ohne Aenderung der Krystallform in Verbindungen zu vertreten vermögen.

Es wird Niemandem entgehen, daß ein Alaunkrystall in ganz unbestimmten und wechselnden Mengen Chromoxyd und Thonerde, oder Kali und Ammoniumoxyd enthalten kann, ohne daß er deshalb aufhört, ein Alaunkrystall zu sein und für Alaun angesehen zu werden; daß es gerade in der Eigenthümlichkeit der isomorphen Substanzen liegt, sich einander nicht in einzelnen unveränderlichen, sondern in allen möglichen Verhältnissen zu vertreten.

Das eben erwähnte Verhalten dieser Verbindungen schien den früher schon erkannten Gesetzen über die festen und constanten Verbindungsverhältnisse entgegenzustehen; allein mit der Kenntniß des letzten Grundes, der gleichen Gestalt und gleichen Anziehung ihrer Theilchen, erklärte sich die Abweichung auf die einfachste und genügendste Weise.

Ganz besonders wichtig und bedeutungsvoll wurde die schöne, von einem Deutschen (Mitscherlich) gemachte Entdeckung für die Mineralogie. Bei dem Versuche, die Mineralien nach ihren Bestandtheilen und ihrer Zusammensetzung zu ordnen, ergaben sich zahllose Verwickelungen und Schwierigkeiten; die gewissenhaftesten Chemiker widersprachen sich in der Zusammensetzung der am besten charakterisirten Mineralien. So fand der Eine in dem Granat von Arendal über 13 Procent Bittererde, die in dem von Fahlun, vom Vesuv &c. gänzlich fehlte; in dem edlen Granat ergab die Analyse 27 Procent Thonerde, von welcher in dem gelben von Altenau keine Spur aufzufinden ist. — Welche Bestandtheile gehören denn zu dem Granat? wie ist er eigentlich zusammengesetzt? — Alles dies hat sich sehr einfach entwirrt; wo die Thonerde fehlte, fand sich das isomorphe Eisenoxyd, wo die Bittererde fehlte, fand sich der isomorphe Kalk; es zeigte sich, daß der Granat wechselnde Mengen isomorpher Oxyde, von Eisenoxyd und Thonerde oder Kalk, Manganoxydul, Eisenoxydul enthält, die einander ohne Aenderung der Form der Verbindung zu vertreten vermögen.

Genauere Messungen der Krystalle haben später dargethan, daß die

ähnlichen Verbindungen isomorpher Substanzen nicht immer ganz vollkommen die nämliche Form zeigen, daß also die Winkel, welche die Flächen mit einander bilden, nicht immer ganz identisch sind, und es ist sicher die schönste Begründung unserer Ansichten über die Existenz der Atome gewesen, daß diese Abweichungen durch Betrachtungen erklärbar wurden, die sich an die atomistische Theorie knüpfen ließen.

Versinnlichen wir uns in der That einen Krystall, entstanden durch Nebeneinanderlagerung von Atomen, von denen jedes eine gewisse Gestalt besitzt, und die Gestalt des ganzen Krystalls als abhängig von der Form seiner kleinsten Theile, so wird das Thonerde-Atom in dem Alaunatom einen gewissen Raum ausfüllen. Wenn wir das Thonerde-Atom in diesem Krystall herausnehmen und an seine Stelle ein Eisenoxydatom bringen, so wird der Alaunkrystall seine geometrische Gestalt behalten, wenn das Eisenoxydatom die nämliche Form hat wie das Thonerde-Atom; aber nur dann, wenn es auch eben so groß ist, wenn sein Volumen gleich ist dem Volumen des Thonerde-Atomes, wird die Form des Alaunkrystalls absolut dieselbe bleiben; füllt aber im Allgemeinen das isomorphe Oxyd den Raum des zu vertretenden nicht vollkommen aus, ist sein Volumen kleiner oder größer, so muß sich dies in der gegenseitigen Neigung der Kanten des Krystalls zu seiner Axe zu erkennen geben.

Auf eine sehr sinnreiche Weise ist man dazu gelangt, den Raum, den die Atome zweier sich vertretenden isomorphen Substanzen in einer Verbindung einnehmen, zu vergleichen.

Jedermann weiß, daß die festen, flüssigen und luftförmigen Körper bei gleichem Rauminhalt ein sehr ungleiches Gewicht besitzen. Ganz unwillkürlich vergleichen wir ja den Raum, den ein Stück Holz einnimmt, mit dem, welcher von einem gleich schweren Stück Blei eingenommen wird, indem wir sagen, daß das Holz leichter sei als Blei. Ein Pfund Holz wiegt ja genau so viel wie ein Pfund Blei, allein ein Cubikzoll Blei wiegt über elfmal mehr als ein Cubikzoll Holz.

Die Verschiedenheit des Gewichts, das die Körper bei gleichem Rauminhalt besitzen, ist von den Naturforschern mit großer Genauigkeit ermittelt und in Zahlen ausgedrückt worden; es sind dies die bekannten *specifischen Gewichtszahlen*.

Aehnlich wie die Gewichte zweier Körper vergleichbar werden, indem man ausmittelt, wie viel mal eine bekannte Gewichtseinheit, ein Pfundgewicht z. B., in der Masse eines jeden von beiden enthalten ist, ohne alle Rücksicht auf den Raum, den sie einnehmen, bedient man sich nach einer Uebereinkunft zur Ermittelung der specifischen Gewichte der Körper einer Gewichtseinheit von *bekanntem Rauminhalt*. Wie viel mal bei gleichem Rauminhalt ein Körper mehr wiegt als ein anderer, wird ausgedrückt in Zahlen, die sich auf das Gewicht eines gleich großen Stückes Wasser beziehen. Das Gewicht eines gleichen Volumens Wasser ist also ein Maß, es ist die Gewichtseinheit, und die Zahl, welche das specifische Gewicht eines Körpers bezeichnet, drückt aus, wie viel mal der

Körper bei gleichem Rauminhalt mehr oder weniger wiegt, oder wie viel mal die Gewichtseinheit darin enthalten ist.

Bei Ermittelung des Gewichtes eines Körpers, ohne alle Rücksicht auf seinen Rauminhalt (des absoluten Gewichtes), legen wir ihn auf die eine Wagschale und auf die andere so viel Gewichtseinheiten (Pfunde z. B.), bis beide sich im Gleichgewicht befinden; es ist ganz gleichgültig, ob die Gewichtseinheiten von Blei, Eisen, Platin, Holz oder irgend einem andern Material sind. Denken wir uns nun anstatt eines Pfund- oder Lothgewichtes von Eisen ein Pfund- oder Lothgewicht von Wasser, nehmen wir an, wir hätten den Körper auf die eine Wagschale gelegt, und in die andere so viel Wasser gegossen, daß sich beide Wagschalen vollkommen im Gleichgewichte befinden, so haben wir das Gewicht des Körpers ausgedrückt in Lothen, Pfunden Wasser. Wenn wir nun jetzt den Raum vergleichen, den der gewogene Körper einnimmt, mit dem Raum, den das gleich schwere Wasser erfüllt, so erfahren wir genau, wie viel mal mehr oder weniger Raum das Wasser bei gleichem Gewichte einnimmt als der Körper.

Legen wir auf die eine Wagschale einen Cubikzoll Eisen, so brauchen wir, um das Gleichgewicht herzustellen, $7\frac{3}{4}$ Cubikzoll Wasser; 1 Cubikzoll Wasser ist also $7\frac{3}{4}$mal leichter als 1 Cubikzoll Eisen, oder was das Nämliche ist, 1 Cubikzoll Eisen ist $7\frac{3}{4}$mal schwerer als 1 Cubikzoll Wasser*).

Bringen wir auf der einen Wagschale 100 Volumtheile Terpentinöl mit Wasser ins Gleichgewicht, und messen wir das Wasser, so zeigt sich, daß 86 Raumtheile des letzteren so schwer sind wie 100 Raumtheile Terpentinöl, oder 86 Gewichtstheile Terpentinöl nehmen denselben Raum ein, wie 100 Gewichtstheile Wasser, oder bei gleichem Rauminhalt wiegt das Terpentinöl nur $^{86}/_{100}$ von dem Gewicht des Wassers.

Die specifischen Gewichte sind nichts anderes als die Gewichte der Körper, gemessen und ausgedrückt in Gewichten eines Volumens Wasser.

Die Zahlen 7,75 für Eisen, 11,3 für Blei, 1,989 für Schwefel, 4,948 für Jod, 1,38 für flüssiges Chlor bedürfen kaum noch einer Erklärung; sie drücken aus, wie viel mal mehr das Eisen, Blei, Schwefel, Jod, flüssiges Chlor wiegt, als ein gleicher Raumtheil Wasser; die Gewichtsverschiedenheit zweier gleichen Raumtheile Schwefel und Eisen verhält sich wie die Zahlen 1,989 und 7,75, von gleichen Raumtheilen

*) Nur des Beispiels wegen möge hier angedeutet werden, wie sich der Rauminhalt von Körpern, von einer gegebenen Menge Sand z. B., denen man mit Meßinstrumenten nicht mehr beikommen kann, mit der größten Schärfe bestimmen läßt. Man denke sich ein mit einer Scala versehenes Gefäß, die uns genau den Inhalt desselben in Cubikzollen (wovon jeder wieder in 100 Theile getheilt sein soll) angiebt. Wenn das Gefäß halb mit Wasser gefüllt ist und wir schütten den gewogenen Sand in das Wasser, so wird das Wasser nun steigen, und zwar um eben so viel, als das Volumen des hinzugeschütteten Sandes betrug; der Unterschied des Niveau's vor dem Einbringen des Sandes giebt den Rauminhalt desselben in Cubikzollen und in Hunderttheilen von Cubikzollen an.

Jod und Chlor wie die Zahlen 9,948 und 1,384. Die Gewichtsverschiedenheit zweier Körper von gleichem Rauminhalt bleibt, wie sich von selbst versteht, ganz die nämliche, wie groß oder wie klein wir ihr Volumen auch annehmen mögen; mit der Aenderung ihres Volumens vergrößern oder verkleinern sich diese Zahlen, aber immer genau in dem Verhältniß, wie sich das Volumen des einen oder andern vergrößert oder verkleinert. Die Gewichtsverschiedenheit von zwei Cubikzollen Jod und einem Cubikzoll Chlor wird ausgedrückt durch zweimal 4,948 = 9,896 und 1,380 u. s. f.

Es muß offenbar ein Grund vorhanden sein, von dem es abhängt, daß die Körper bei gleichem Rauminhalt ein ungleiches Gewicht besitzen; nach unserer Vorstellung nun über die Constitution der Körper, besteht ein jeder aus einer Zusammenhäufung von gewichtigen Körpertheilchen, von denen jedes einen gewissen Raum erfüllt und eine gewisse Gestalt besitzt. Die Bekanntschaft mit isomorphen Substanzen stellt die Thatsache außer allem Zweifel, daß ihre gegenseitige Vertretung in Verbindungen ohne Aenderung ihrer Krystallgestalt darauf beruht, daß ihre Atome einerlei Gestalt besitzen und von gleicher Größe sind, und wenn wir sehen, daß bei der Vertretung eines Körpers durch einen andern die Krystallform der Verbindung eine andere wird, so müssen wir voraussetzen, daß diese Aenderung davon abhing, daß die Atome dieses andern Körpers eine andere Gestalt besitzen, oder nicht denselben Raum in der Verbindung ausfüllen. Alles dies zusammengenommen führt auf die Vorstellung, daß die Körpertheilchen, die wir Atome nennen, ungleich schwer oder ungleich groß sind; mit dieser Voraussetzung erklärt sich das specifische Gewicht auf eine sehr einfache Weise; warum also das Blei bei gleichem Rauminhalt mehr wiegt als Eisen, das Jod mehr als Chlor, beruht entweder darauf, weil das Atom Jod schwerer ist als das Atom Chlor, oder weil in demselben Raum sich eine größere Anzahl von Atomen Blei, als z. B. Eisenatome befinden.

Denken wir uns in dem Raum von einem Cubikzoll eine gleiche Anzahl, sagen wir: tausend Atome Jod oder Chlor, so drücken ihre specifischen Gewichte offenbar die Gewichtsunterschiede ihrer Atome aus; wiegt der Cubikzoll Jod 4948 Gran, so muß ein Cubikzoll Chlor 1380 Gran wiegen: $^1/_{1000}$ Cubikzoll Jod, worin 1 Atom Jod, würde hiernach 4,948 Gran, $^1/_{1000}$ Cubikzoll Chlor, worin 1 Atom Chlor, würde 1,380 Gran wiegen.

Chlor und Jod vertreten einander in chemischen Verbindungen nach ihren Aequivalenten, das des Chlors ist 35,4, das Aequivalent des Jods 126; sie sind ferner isomorph, d. h. sie vertreten sich in ähnlichen Verbindungen, ohne Aenderung der Krystallgestalt; wenn wir uns nun denken, daß ihre Atome gleich groß sind und dieselbe Gestalt besitzen, und daß in gleichen Raumtheilen Jod und Chlor eine gleiche Anzahl von Atomen Jod und Chlor vorhanden seien, so müssen die specifischen Gewichtszahlen in demselben Verhältniß zu einander stehen, wie ihre Aequivalentenzahlen oder ihre Atomgewichte. Um in einer Verbindung 4,948 Gran Jod auszuscheiden und durch Chlor zu vertreten, würden

nach diesen Voraussetzungen genau 1,380 Gran Chlor nöthig sein. Ein einfacher Regel de tri=Ansatz zeigt, daß dies wirklich der Fall ist; die Zahlen, welche die specifischen Gewichte des Jods und Chlors bezeichnen, 4,948 und 1,380, stehen zu einander in demselben Verhältniß, wie ihre Aequivalente 126 Jod und 35,4 Chlor.

Dieses merkwürdige Verhältniß, wodurch unerwarteter Weise eine physikalische Eigenschaft (das specifische Gewicht) mit in den Kreis philosophischer Betrachtungen gezogen worden ist, hat sich bei allen isomorphen Substanzen bestätigt; ihre specifischen Gewichtszahlen drücken das Gewichtsverhältniß aus, in denen sie sich in Verbindungen vertreten, ganz dasselbe Verhältniß, welches wir in den Aequivalentenzahlen kennen, und überall, wo sich bei isomorphen Körpern eine Abweichung ergab, wo also die specifischen Gewichte nicht genau mit den Aequivalentenzahlen in dem berührten Sinne übereinstimmten, zeigte sich dies in der Neigung der Flächen des Krystalls, in den Winkeln z. B., welche die Kanten mit der Axe des Krystalls bilden. Die Form des Krystalls bleibt nur dann identisch, wenn die Atome der sich vertretenden isomorphen Substanzen ein gleiches Volumen bei der gleichen Form besitzen. Ist das Volumen des eintretenden Atoms kleiner als das des austretenden, so muß sich dies in der Form des neuen Krystalls offenbaren.

Um den Raum, den die Atome einnehmen oder erfüllen, bei verschiedenen Körpern in Zahlen vergleichen zu können, hat man zu folgender Betrachtungsweise seine Zuflucht genommen.

Denken wir uns unter den Aequivalentenzahlen bestimmte Gewichte, nehmen wir an, daß die Zahl 35,4 für Chlor, 35,4 Loth Chlor; die Zahl 126 für Jod, 126 Loth Jod; 28 für Eisen, 28 Loth Eisen; 29,6 für Nickel, 29,6 Loth Nickel bedeuteten, und dividiren wir eine jede dieser Zahlen durch das Gewicht von einem Cubikzoll Chlor, Jod, Eisen, Nickel, oder, was dasselbe ist, durch ihre specifischen Gewichte (1 Cubikzoll Wasser zu 1 Loth angenommen, wiegt 1 Cubikzoll Chlor 1,380 Loth, 1 Cubikzoll Jod 4,948 Loth, 1 Cubikzoll Eisen 7,750 Loth, 1 Cubikzoll Nickel 8,477 Loth), so ist klar, daß man auf diese Weise erfährt, wie viel Cubikzoll Chlor, Jod, Nickel, Eisen in einem Aequivalent Chlor, Jod, Eisen enthalten sind; diese Quotienten drücken demnach aus, wie viel Raum ein Aequivalent Chlor, Jod, Eisen, Nickel, in Cubikzollen ausgedrückt, einnimmt, oder ganz allgemein das Verhältniß ihrer Volume zu ihren Aequivalenten oder Atomgewichten.

Die Atome der isomorphen Substanzen sind nun, unserer Voraussetzung nach, von gleicher Gestalt und Größe; in gleichen Raumtheilen ist ihre Anzahl gleich groß. Wenn nun in einem Aequivalent Chlor genau so viele Chloratome sich befinden, wie in einem Aequivalent Jod Jodatome enthalten sind, so müssen wir durch Division des specifischen Gewichtes in das Atomgewicht einerlei Zahlen erhalten; 35,4 das Atomgewicht des Chlors, dividirt durch 1,380, das specifische Gewicht desselben, giebt die Zahl 25; und 126, das Atomgewicht des Jods, dividirt durch 4,948, giebt ebenfalls die Zahl 25.

Man sieht leicht ein, daß dies, unserer Voraussetzung nach, nicht

anders sein darf. Das Atomgewicht oder die Aequivalentenzahl der isomorphen Körper muß, durch das specifische Gewicht dividirt, einen und denselben Quotient geben, eben weil sie in gleichen Räumen eine gleiche Anzahl von Atomen enthalten; ist die Anzahl ungleich, oder sind die Atome abweichend in ihrer Form, Gestalt und Größe, so wird sich diese Abweichung auch in diesen Quotienten zu erkennen geben. Dies machte nun die Kenntniß dieser Zahlen für die Vergleichung sehr werthvoll, und um denselben einen Namen zu geben, hat man sie mit Atomvolum oder specifisches Volum bezeichnet. So, sagt man, ist das Atomvolum des Chlors 25, das des Jods ist ebenfalls 25, beide sind gleich, sie sind isomorph; das des Schwefels ist 8, es ist sehr verschieden von dem des Chlors, mit dem es nicht isomorph ist, allein es ist gleich mit dem des Selens, mit welchem es isomorph ist.

Diese Zahlen lassen also auf den ersten Blick erkennen, welche Körper eine gleiche oder ungleiche Anzahl von Atomen in gleichen Raumtheilen enthalten; ihre gegenseitigen Beziehungen sind dadurch vergleichbar und die genaue Ermittelung derselben ist von hohem Werthe.

# Neunter Brief.

Wenn man von den Fortschritten und der Entwickelung der neueren Chemie reden will, so kann man nicht umhin, den Mitteln und Werkzeugen, die der Chemiker zu seinen Arbeiten benutzt, eine Lobrede zu halten. Ohne Glas, ohne Kork, Platin und Kautschuk wären wir heute vielleicht nur halb so weit. Zu Lavoisier's Zeiten war es nur wenigen und zwar nur sehr reichen Leuten, der Kostspieligkeit der Apparate wegen, gestattet, chemische Untersuchungen zu machen.

Die wunderbaren Eigenschaften des Glases kennt Jedermann: durchsichtig, hart, farblos, unveränderlich durch Säuren und die meisten Flüssigkeiten, in gewissen Temperaturen geschmeidiger und biegsamer als Wachs, nimmt es in der Hand des Chemikers, vor der Flamme einer Oellampe, die Form und die Gestalt aller zu seinen Versuchen dienenden Apparate an.

Welche kostbare Eigenschaften vereinigen sich im Kork! Wie wenig vermögen Andere seinen Werth zu schätzen und seine Tugenden anzuerkennen! Vergebens würde man sich den Kopf zerbrechen, um den Kork als ganz gewöhnlichen Verschluß einer Bouteille durch etwas Anderes zu ersetzen. Man denke sich eine weiche, höchst elastische Masse, welche die Natur selbst mit einer Substanz getränkt hat, die zwischen Wachs, Talg und Harz steht (dem Suberin), wodurch sie die Eigenschaft erhält, völlig undurchdringlich für Flüssigkeiten, ja selbst bis zu einem gewissen Grade für alle Gase zu sein. Wir verbinden durch Kork weite mit engen Oeffnungen, und mittelst Kautschuk und Kork construiren wir die zusammengesetztesten Apparate von Glas, ohne dazu den Metallarbeiter und Mechanikus, Schrauben und Hähne zu bedürfen. Die Apparate des Chemikers sind eben so wohlfeil als rasch und schnell zu Stande gebracht und erneuert.

Ohne Platin wäre eine Mineralanalyse nicht ausführbar. Das Mineral muß aufgelöst, es muß aufgeschlossen, d. h. zur Auflösung vorbereitet werden. Glas und Porcellan, alle Arten von nicht metallischen Schmelztiegeln, werden durch die zur Aufschließung dienenden Mittel zerstört, Tiegel von Silber und Gold würden in hohen Temperaturen schmelzen; das Platin ist wohlfeiler als Gold, härter und dauerhafter als Silber, in den gewöhnlichen Temperaturen unserer Oefen unschmelzbar, es wird durch Säuren, es wird von kohlensauren Alkalien nicht

angegriffen, es vereinigt in sich die Eigenschaften des Goldes und des unschmelzbaren Porcellans. Ohne Platin würde heute vielleicht die Zusammensetzung der meisten Mineralien noch unbekannt sein. Ohne Kork und Kautschuk würden wir den Mechanikus bei allen unseren Arbeiten nicht entbehren können. Ohne Kautschuk allein wären die Apparate kostspieliger und zerbrechlicher; aber der Hauptvortheil, den beide gewähren, liegt in dem Gewinn an der unendlich kostbareren Zeit.

Das Laboratorium des Chemikers ist heutzutage nicht mehr das feuerfeste, dumpfe, kalte Gewölbe des Metallurgen, oder das mit Retorten und Destillirapparaten überladene Laboratorium des Pharmaceuten, es ist ein helles, freundliches Zimmer; statt der Schmelzöfen und Kohlen dienen ihm vortrefflich construirte Lampen; sein Feuer giebt ihm die reine und geruchlose Weingeist- oder Gasflamme. Mit diesen einfachen Hülfsmitteln, wozu noch die Wage kommt, macht der Chemiker seine umfassenden Untersuchungen.

Wägen und Messen unterscheidet die Chemie von der Physik, ja es giebt zwischen beiden keinen anderen Unterschied. Seit Jahrhunderten haben die Physiker gemessen, allein erst seit 50 Jahren fingen sie an zu wägen. Alle großen Entdeckungen Lavoisier's, er verdankt sie der Wage, diesem unvergleichlichen Instrumente, das alle Beobachtungen und Entdeckungen fest hält, die Zweifel besiegt und die Wahrheit an's Licht stellt, was uns zeigt, daß wir uns geirrt haben, oder daß wir uns auf dem wahren Wege befinden. Mit der Wage hat das Reich des Aristoteles ein Ende; seine Methode, die Erklärung einer Naturerscheinung zu einem Spiele des Geistes zu machen, machte der eigentlichen Naturforschung Platz; drei von seinen Elementen waren von da an nur Bilder für Zustände. Alles Bestehende auf der Erde besaß nach wie vor den Zustand der Festigkeit, der Flüssigkeit oder der Luftform; allein Erde, Wasser und Luft gehörten als Elemente der Geschichte an, das Feuer war der sichtbare und fühlbare Repräsentant einer Aenderung dieser Zustände.

Die Ermittelung der Zusammensetzung der festen Erdrinde war die Hauptaufgabe für die auf Lavoisier folgende Generation; die Zusammensetzung der Atmosphäre, die des Wassers, sie war von ihm festgestellt. Zu den 18 Metallen, die man kannte, kamen als Bestandtheile von Mineralien 34 neue. Die große Kluft zwischen dem Sauerstoff und den Metallen, sie füllte sich zu einem allmäligen Uebergang. Die Hauptmasse der Mineralien zeigte sich aus zwei und mehr Oxyden in festen, unveränderlichen Verhältnissen zusammengesetzt, als Verbindungen von metallischen Oxyden einerseits, mit anderen Oxyden, deren Radicale, Kohle oder Silicium, in ihren Eigenschaften von den Metallen wesentlich abwichen. Eine andere Classe von Mineralien waren Schwefelverbindungen, Sulphide, in denen Schwefel die Rolle des Sauerstoffs spielte; bis auf ein Chlorid (das Kochsalz) war die Masse der übrigen Verbindungen, die Fluoride, Arsenide 2c., verschwindend klein.

Die Mineralchemie begnügte sich nicht mit der Analyse, sie zeigte die Bildung des Bimssteins, des Feldspaths, Glimmers, der Schwefel-

metalle ꝛc. durch Synthese. Die Krone von allen Entdeckungen der Mineralchemie in Beziehung auf die Hervorbringung von Mineralien war unstreitig die künstliche Darstellung des Lasursteins. Kein Mineral konnte wohl mehr das Interesse erregen, als dieses. Von dem schönsten Himmelblau, unveränderlich an der Luft und im Feuer, lieferten seine subtilsten Theile die kostbarste Malerfarbe. Der Ultramarin war theuerer als Gold, seine Darstellung schien unmöglich zu sein; denn vergebens hatte die Analyse nach einem färbenden Bestandtheil gesucht, er enthielt kein Pigment; Kieselerde, Thonerde, Natron, 3 farblose Materien — Schwefel und Eisen, die beide nicht blau sind — man hatte außer diesen keinen Körper gefunden, dem man die Farbe zuschreiben konnte. Aus Kieselerde, Thonerde, Natron, Eisen und Schwefel werden jetzt Tausende von Pfunden Ultramarin dargestellt, schöner noch wie der natürliche, und für die nämliche Summe, für die man früher nur eine Unze bekam, kauft man heute mehrere Pfunde.

Man kann sagen, daß mit der Darstellung des künstlichen Lasursteins die Hervorbringung der Mineralien aufhörte, Gegenstand einer wissenschaftlichen Aufgabe für den Chemiker zu sein. Ob sie damit aufhören darf, die Geologen zu beschäftigen, wer könnte hierüber zweifelhaft sein? — aber lange noch wird es dauern, ehe die Geologen sich zu Versuchen entschließen, die von den Chemikern nicht mehr erwartet werden können, eben weil für sie alles Interesse daran erschöpft ist; für den Chemiker bleibt in dieser Beziehung keine Frage mehr zu lösen.

Nach der Kenntniß der Bestandtheile der festen Erdrinde, des gegenseitigen Verhaltens der nicht weiter spaltbaren Stoffe, der Metalle und Metalloide, mußte nach dem natürlichen Gange der Naturforschung die höhere Potenzirung gewisser Elemente durch die Lebensthätigkeit in der Pflanze und im Thiere ein unmittelbar folgender Gegenstand der Arbeiten der Chemiker werden. Eine neue Wissenschaft, unerschöpflich wie das Leben selbst, entwickelt sich auf dem gesunden und festen Stamm der anorganischen Chemie; nach den Knospen, Blättern und Zweigen muß die Blüthe, nach der Blume sich die Frucht entwickeln; die Pflanzen- und Thierchemie sucht im Verein mit der Physiologie die geheimnißvollen Quellen des organischen Lebens zu erforschen.

# Zehnter Brief.

In meinem vorigen Briefe erwähnte ich Ihnen, daß uns die Elemente der Alten nur noch als Symbole gelten für die Formen oder Zustände, in welchen sich uns die Materie darstellt; ich kann jetzt hinzufügen, daß diese Zustände der Körper nur relativ beständig sind, und daß die neuere Chemie weder etwas absolut Festes, noch Flüssiges, noch Luftförmiges anerkennt. In dem stärksten Feuer unserer Oefen kann zwar Thonerde oder Bergkrystall nicht geschmolzen werden, allein wie Wachs schmelzen sie in der Hitze des Knallgasgebläses, und von den 28 Gasen kennt man 25 in der Form von Flüssigkeiten, 9 davon sogar in der Form von festen Körpern.

Das Boyle'sche Gesetz, bis dahin für alle Gase als wahr angenommen, verlor seine allgemeine Gültigkeit. Nicht bei allen Gasen nimmt das Volumen ab in dem nämlichen Verhältniß, als der Druck, durch den man sie comprimirt, zunimmt; die meisten freilich nehmen unter doppeltem, dreifachem Druck nur die Hälfte oder ein Drittel ihres früheren Raumes ein; aber schon bei vierfachem Druck ist bei dem schwefligsauren Gas, bei dem Cyangas, die Raumverminderung dem Druck nicht mehr entsprechend, sie ist weit größer. Auf $1/6$ seines Volumens bei gewöhnlichem Luftdruck comprimirt, hört das Ammoniakgas, und auf $1/36$ zusammengepreßt, hört das kohlensaure Gas auf, dem Boyle'schen Gesetze zu folgen. Diesen Pressionen ausgesetzt, verliert ein Theil dieser Gase seine Luftform, sie nehmen die Gestalt von tropfbaren Flüssigkeiten an, die im Moment, wo der Druck abnimmt, sich wieder vergasen.

Die Apparate, deren sich der Entdecker*) bediente, um die Gase in flüssigen Zustand zu versetzen, sind bewundernswürdig durch ihre Einfachheit: ein künstlich hervorgebrachter hoher Kältegrad oder eine einfache Glasröhre, knieförmig gebogen, ersetzte ihm die kräftigsten Compressionsmaschinen. In einer offenen Glasröhre erhitzt, zerlegt sich Cyanquecksilber in Cyangas und metallisches Quecksilber; in einer an beiden Enden hermetisch geschlossenen Röhre geht die Zersetzung durch die Hitze nach wie vor von Statten, allein das Cyangas kann nicht entweichen, es

---

*) Faraday.

findet sich in einem Raum eingeschlossen, welcher mehrere hundertmal kleiner ist als der Raum, den es bei offener Röhre, unter dem gewöhnlichen Luftdruck einnehmen würde; die natürliche Folge davon ist, daß der bei weitem größte Theil des Gases bei schwacher Abkühlung an dem nicht erhitzten Theil flüssigen Zustand annimmt.

Wir übergießen in einem offenen Gefäße ein kohlensaures Salz mit Schwefelsäure, und sehen das kohlensaure Gas unter Aufbrausen entweichen; diese Zersetzung in einem hinreichend starken, verschlossenen Gefäße vorgenommen, liefert flüssige Kohlensäure. Unter einem Druck von 36 Atmosphären abgeschieden ist die Kohlensäure nicht gasförmig, sondern tropfbar flüssig.

Jedermann hat durch die Zeitungen Kenntniß von den merkwürdigen Eigenschaften dieser flüssigen Kohlensäure erhalten. Ein dünner Strahl derselben, den man in die Luft ausströmen läßt, nimmt mit außerordentlicher Schnelligkeit seinen früheren Gaszustand wieder an und der sich vergasende Theil entzieht dem flüssig gebliebenen eine so große Menge Wärme, daß dieser zu einem weißen Schnee erstarrt. Man hielt in der That anfänglich diese krystallinische Substanz für wirklichen Schnee, für in der Luft erstarrten Wasserdampf; allein die nähere Untersuchung zeigte bald, daß es reine gefrorene Kohlensäure war, deren Temperatur mindestens 80 Grad tiefer ist, als der Gefrierpunkt des Wassers.

Bei dieser niedrigen Temperatur verhält sich die Kohlensäure ähnlich wie Schnee; sie kann gleich diesem einer höheren Temperatur ausgesetzt werden, ohne, so lange noch fester Stoff vorhanden ist, über eine gewisse Temperaturgrenze, nämlich ihren Schmelzpunkt, erwärmt zu werden. In der freien Luft verdunstet sie fortwährend, jedoch langsam, verglichen mit dem Verhalten der flüssigen, also wärmeren Kohlensäure. Denn das Bestreben eines Körpers, Gasform anzunehmen, ist viel weniger eine Eigenschaft seines Stoffes, als die seines Wärmeinhaltes. Die feste Kohlensäure kann daher nur in dem Maße verdunsten, als sie Wärme von außen empfängt; der freien Luft ausgesetzt, ja, in eine glühende Schale geworfen, behauptete sie unter fortwährender Verdunstung ihre feste Gestalt und, so lange diese dauert, ihre niedrige Temperatur. Eine rascheres Zuströmen von Wärme befördert ihren Uebergang in Gas, ändert aber sonst nichts in der Beschaffenheit der zurückbleibenden Kohlensäure. Nimmt man feste Kohlensäure in die Hand oder zwischen die Finger, so empfindet man nur wenig von ihrer erstaunlichen Kälte, weil sie bei ihrem lockeren Gefüge ähnlich wie kalte Schneeflocken nur wenige Berührungspunkte der Haut darbietet, mithin derselben nur wenig Wärme entziehen kann. Drückt man aber die erstarrte Kohlensäure auf die Haut fest an, so wird an den berührten Stellen sogleich, wie durch ein schwach glühendes Metall, der Kreislauf des Blutes aufgehoben, es entsteht ein weißer Fleck, in 15 Secunden eine Blase und in 2 Minuten eine weiße Vertiefung, dann Vereiterung und Heilung der Narbe.

Der weiße, feste Schnee der Kohlensäure wird durch Aether, den

man aufgießt, benetzt, und es theilt sich ihr hoher Kältegrad dem Aether sowohl, wie allen Körpern mit, welche dieser benetzt. Zehn und mehr Pfunde Quecksilber werden in Berührung mit einem Gemenge von fester Kohlensäure und Aether in einigen Augenblicken fest und hämmerbar. Wird das Gemenge von Aether und Kohlensäure in den luftleeren Raum gebracht, so entsteht in Folge der gesteigerten Verdunstung ein so hoher Kältegrad (— 100° C. — 110° C.), daß die meisten zusammengesetzten Gase darin flüssig werden und viele zu festen Massen erstarren. (Faraday.)

Die Benetzung ist die erste und wichtigste Bedingung eines raschen Wärmeübergangs oder einer raschen Wärmeentziehung. Das Zerfließen und Anhaften eines Wassertropfens auf Glas, Holz, Metall beruht auf einer chemischen Anziehung, welche zwischen den Theilen der Oberfläche des festen Körpers und der Flüssigkeit offenbar größer ist als die Anziehung, welche die Flüssigkeitstheilchen zu einander haben; wäre die letztere größer, so würde die Flüssigkeit ihre sphäroidale Form behaupten, der feste Körper würde davon nicht benetzt werden. Dies ist der Grund, warum Quecksilber auf Zinn zerfließt, während es auf Glas seine Kugelform behält.

Hieraus erklärt sich die unter dem Namen des Leidenfrost'schen Versuchs bekannte merkwürdige Erscheinung. Ein Tropfen kaltes, oder besser siedendes Wasser auf eine glühende Eisenplatte gespritzt, tanzt darauf herum, er behält seine sphäroidale Gestalt und indem er die Platte nicht benetzt, empfängt er nur wenig Wärme von derselben; seine Verdunstung wird in diesem Zustande ausnehmend aufgehalten und verlangsamt*).

*) Der Grund dieser Erscheinungen ist leicht einzusehen. Die Temperatur des Metalls kann weit über die Glühhitze hinaus gesteigert werden, die des Wassers nimmt aber über seinen Siedepunkt hinaus in freier Luft nicht mehr zu. Wenn die Temperatur des Eisens steigt, so nimmt die Anziehung der Eisentheilchen zu einander und zu den Wassertheilchen ab; indem die Anziehung der Wassertheilchen zu den Eisentheilchen kleiner wird, bleibt die Anziehung der Wassertheilchen zu einander unverändert, weil ihre Temperatur nicht mehr steigt. Bei einem gewissen Wärmegrade ist die Anziehung der Wassertheilchen zu einander größer und die Benetzung hört damit auf. Mit der Aufhebung der Benetzung wird der Wärmeübergang von dem glühenden Metalle zu der Flüssigkeit gehindert.

Alle verdampfbaren Flüssigkeiten verhalten sich zu dem Wasser unter denselben Umständen ganz ähnlich. Flüssige schweflige Säure behält, in einen rothglühenden Silber- oder Platintiegel gegossen, ihren sphäroidalen Zustand bei, ihre Temperatur steigt nicht über ihren Siedepunkt und da dieser 10 Grad tiefer als der Gefrierpunkt des Wassers liegt, so kann man Wasser, welches man in einem kleinen Gefäß in die Säure hineinhält, in dem glühenden Tiegel gefrieren machen. Ebenso verhält sich ein Gemenge von schwefliger Säure oder Aether mit fester Kohlensäure in einem glühenden Metallgefäße. Das Gemenge braucht, um in Gas überzugehen, beinahe eben so viel Zeit, wie in freier Luft in gewöhnlicher Temperatur. Setzt man in dieses Gemenge ein kleines Gefäß mit Quecksilber, so gefriert das Quecksilber und wird fest.

Ein trauriges Beispiel hat indeß die außerordentliche Gefahr der Darstellung der Kohlensäure durch Einwirkung von Schwefelsäure auf doppelt kohlensaures Natron, welche von einer starken Wärmeentwickelung begleitet ist, augenscheinlich gemacht. Unmittelbar vor dem Beginn der Vorlesung zersprang während der Bereitung in dem Laboratorium der pharmaceutischen Schule zu Paris der gußeiserne Cylinder (von $1^1/_2$ Fuß Länge und 1 Fuß Durchmesser), in dem man die Kohlensäure entwickelt hatte, und die Bruchstücke desselben, mit der furchtbarsten Gewalt aus einander fahrend, schlugen dem anwesenden Assistenten beide Beine ab, was seinen Tod zur Folge hatte. Man kann nicht ohne Grausen an das Unglück denken, welches das Zerspringen dieses Gefäßes von dem stärksten Gußeisen, ganz ähnlich einer Kanone, in einem von Zuhörern vollgepfropften Saale verursacht haben würde, und dieses Gefäß hatte oftmals schon zu der nämlichen Darstellung gedient, was in der Idee jeden Schatten von Gefahr beseitigte.

Dadurch, daß man die Entwickelung der Kohlensäure und ihre Flüssigmachung jetzt in zwei gesonderten Apparaten vornimmt, wird ihre Darstellung ganz gefahrlos. Zum Flüssigmachen des Gases bedient man sich einer gewöhnlichen Druckpumpe, durch welche das Gas in ein starkes Gefäß von Schmiedeeisen gepreßt wird, welches den zehn- und mehrfachen Druck des Gases der flüssigen Kohlensäure, ohne zu zerspringen, aushalten kann.

Seitdem man weiß, daß die meisten Gase durch Druck oder Kälte flüssig werden, war die so merkwürdige Eigenschaft der porösen Kohle, ihr zehn- und zwanzigfaches, bei manchen Gasen, wie bei Ammoniak- und Salzsäuregas, sogar ihr siebenzig- und neunzigfaches Volumen einzusaugen und zu verdichten, kein Räthsel mehr. Diese Gase befinden sich in den Poren der Kohle in einem mehrere hundertmal kleineren Raum eingeschlossen; es konnte jetzt nicht bezweifelt werden, sie waren zum Theil flüssig geworden, oder hatten festen Zustand angenommen. Wie in tausend anderen Fällen ersetzte hier die chemische Anziehung die mechanischen Kräfte; der Begriff von Adhäsion erhielt eine größere Ausdehnung; bisher war damit eine Zustandsänderung nicht vereinbar, jetzt war die Ursache des Anhaftens eines Gases an der Oberfläche eines festen Körpers der Gegensatz der Auflösung.

Das kleinste sichtbare Theilchen eines Gases, der Luft z. B., kann durch mechanischen Druck in einen mehrere hundertmal kleineren Raum zusammengepreßt werden; es besteht aus einer großen Zahl viel kleinerer nicht sichtbarer Theilchen, deren Fläche sich gegen die meßbare

---

Es ist wohl bekannt, daß man die feuchte oder befeuchtete Hand in geschmolzenes Blei, ja in weißglühendes Kupfer oder Eisen tauchen und langsam darin herumbewegen kann, ohne sie zu verbrennen, ja ohne den ungeheuren Hitzegrad zu spüren, während heißes Eisen oder Kupfer (nicht glühend) sogleich eine Blase oder Brandwunde verursacht. Darauf beruhte eben der Kunstgriff der alten Priester in der Feuerprobe, sie vertraten das Geschworenengericht und wußten die Menge von der Schuld oder Unschuld der Angeklagten zu überzeugen.

Fläche eines festen Körpers verhält, wie die eines Hollundermarkkügelchens zu einem Berge. Durch die bloße Massenwirkung als Effect der Schwere müssen die Gastheilchen von dem festen Körper angezogen werden und an seiner Oberfläche haften. Kommt nun dazu noch eine, wenn auch nur schwache, chemische Wirkung, so können die Gase ihren luftförmigen Zustand nicht behaupten.

Die Verdichtung der Lufttheilchen auf einem Quadratzoll Fläche ist freilich kaum bemerkbar; wenn wir aber einen Cubikzoll von einem porösen Körper, dessen Porenoberfläche einige 100 Quadratfuß beträgt, in ein verhältnißmäßig kleines Volum Gas bringen, so sieht man, daß alle Gase ohne Unterschied am Volum abnehmen, sie werden, wie man sagt, absorbirt; die Poren eines Cubikzolles Buchsbaumkohle haben aber im geringsten Fall eine Oberfläche von 100 Quadratfuß.

Die Eigenschaft, Gase zu absorbiren, nimmt bei den verschiedenen Kohlenarten mit der Anzahl ihrer Poren in einem begrenzten Raume zu, d. h. die mit großen Poren absorbiren weit weniger als die Kohlen mit kleinen Poren.

So sind denn alle porösen Materien, die porösen Gebirgs= und Steinarten, die Ackerkrume, wahre Luft= und damit Sauerstoffsauger; jedes kleinste Theilchen davon umgiebt sich mit einer eigenen Atmosphäre von verdichtetem Sauerstoff, und finden sich in seiner Nähe andere Materien vor, die sich mit diesem Sauerstoff verbinden können, kohlenstoff= und wasserstoffhaltige Körper z. B., so verwandeln sich diese in Nahrungsstoff für die Vegetation, in Kohlensäure und Wasser. Die Wärmeentwickelung bei dem Aufsaugen dieser Luft, oder des Wasserdampfes, oder beim Benetzen der Erde durch Regen ist als Folge einer Verdichtung durch eben diese Flächenwirkungen erkannt.

Den merkwürdigsten Sauerstoffsauger hat man in dem metallischen Platin gefunden. Dieses glänzende Metall läßt sich bei seiner Abscheidung aus Flüssigkeiten in so hohem Grade fein zertheilt darstellen, daß seine kleinsten Theilchen das Licht nicht mehr spiegeln, es sieht alsdann schwarz wie Kienruß aus. In diesem Zustand absorbirt es mehr wie 800 mal von dem Volumen seiner Poren an Sauerstoffgas, und dieser Sauerstoff muß sich darin in einem Zustande der Verdichtung befinden, in welchem er dichter als flüssiges Wasser ist.

In dem Zustand der Verdichtung, in welchem das Sauerstoffgas an der Oberfläche des metallischen Platins sich befindet, lassen sich seine Eigenthümlichkeiten, so wie die vieler anderen Gase, gegen welche sich das Platin in gleicher Weise verhält, in weit auffallenderer Weise anschaulich machen; der chemische Charakter der Gase tritt in eben dem Grade mehr hervor, als ihr physikalischer Charakter abnimmt.

Der letztere liegt bekanntlich in dem Streben ihrer kleinsten Theilchen sich abzustoßen oder von einander zu entfernen, worauf ihre Eigenschaft beruht, einen Raum, in den man sie bringt, nach allen Richtungen hin auszufüllen; da nun die chemische Action erst dann eintritt, wenn die materiellen Theilchen, von denen sie ausgeht, in einer gewissen Nähe sich befinden, so ist leicht einzusehen, daß die Elasticität der Gase ein

Haupthinderniß für die Aeußerung ihrer chemischen Verwandtschaften ist; die Eigenschaft der Gastheilchen, sich abzustoßen, ist ja der gerade Gegensatz von dem, was man Anziehung nennt.

Die in den Poren poröser Körper verdichteten Gase zeigen eine sehr hoch gesteigerte chemische Thätigkeit. Verbindungen, welche der Sauerstoff im gewöhnlichen Zustande nicht einzugehen, Zersetzungen, die er nicht zu bewirken vermochte, sie gehen in den Poren des Platins, welche den verdichteten Sauerstoff enthalten, mit der größten Leichtigkeit vor sich.

In diesem Platinschwarz, selbst in dem Platinschwamm, hat man in der That ein Perpetuum mobile, eine Uhr, welche abgelaufen, sich wieder von selbst aufzieht, eine Kraft, die sich nie erschöpft, Wirkungen der mächtigsten Art, die sich in's Unendliche hinaus wieder erneuern.

Wir lassen Wasserstoffgas auf Platinschwamm strömen, dessen Poren verdichtetes Sauerstoffgas enthalten, und sehen, daß das Platin rothglühend wird, und das nachströmende Wasserstoffgas sich entflammt. Diese auffallende Erscheinung beruht auf einer Wasserbildung, welche in den Poren des Platinschwamms vor sich geht. Das Wasserstoffgas, welches mit dem unverdichteten Sauerstoffgas ohne Entzündung sich nicht vereinigt, verbindet sich direct und unmittelbar mit dem verdichteten. In dem Innern des Platinschwamms bildet sich Wasser, und die unmittelbare Folge dieser Wasserbildung, der Verbrennung von Wasserstoff, ist ein Freiwerden von Wärme, ein Glühendwerden des Platins, wodurch das nachströmende Gas entzündet wird. Die Wärmeentwickelung ist eine Folge der Wasserbildung, die Entflammung des Gases eine Folge der entstandenen hohen Temperatur. Unterbrechen wir den Strom des brennbaren Gases, so füllen sich in einem nicht meßbaren Augenblick die entleerten Poren des Platins mit Sauerstoffgas wieder an, und die nämliche Erscheinung läßt sich zum zweiten Mal, ja ins Unendliche fort wiederkehren machen.

Das metallische Platin verhält sich gegen viele brennbare Gase auf gleiche Weise, wie gegen Wasserstoffgas; es vermittelt ihre Verbindung mit dem Sauerstoff und erhöht ihre Verbrennlichkeit. Manche Gase, welche für sich nicht entzündlich sind, verbrennen leicht, wenn sie mit Sauerstoffgas gemengt über heißen Platinschwamm geleitet werden. Eine der bemerkenswerthesten Verbrennungen dieser Art ist die des Ammoniakgases; dieses Gas, dessen Bestandtheile Stickstoff und Wasserstoffgas sind, verbrennt unter diesen Umständen vollständig, und zwar entsteht hierbei aus Wasserstoff Wasser und bei hinreichendem Sauerstoffgas aus dem Stickstoff das höchste Oxyd desselben, bekannt unter dem Namen Salpetersäure.

Wenn in einem Gefäße mit Luft ein Stück Schwefel verbrannt wird, so entsteht eine gasförmige Verbindung des Schwefels mit dem Sauerstoff der Luft, die Jedermann kennt. Der Geruch, den der verbrennende Schwefel verbreitet, rührt von diesem Gase, der schwefligen Säure her.

Durch ihre Verbindung mit halbmal so viel Sauerstoff, als sie schon

enthält, entsteht bei Hinzufügung einer gewissen Menge Wasser die für die Gewerbe so überaus wichtige Schwefelsäure.

In der Fabrikation der Schwefelsäure aus Schwefel ist es die Luft, welche allen Sauerstoff zu ihrer Bildung liefert; aber die durch Verbrennung des Schwefels entstehende gasförmige schweflige Säure läßt sich nicht direct und unmittelbar mit freiem Sauerstoffgas zu Schwefelsäure vereinigen; der letztere vereinigt sich hingegen leicht damit, wenn er der schwefligen Säure in gewissen Zuständen sehr loser Verbindungen dargeboten wird.

Setzen wir schweflige Säure zu Brunnenwasser oder Flußwasser, welches Sauerstoffgas in Auflösung enthält, so geht die schweflige Säure in Schwefelsäure über, indem sie sich mit diesem Sauerstoff verbindet.

In gleicher Weise wird bei dem Schwefeln des Weines der beim Abfüllen desselben aus der Luft aufgenommene Sauerstoff wieder entzogen und der Essigbildung vorgebeugt.

In einer ähnlichen Weise verhält sich das Platin; in eine Mischung von Sauerstoffgas und schwefliger Säure gebracht, ertheilt es dem Sauerstoff das Vermögen, mit schwefliger Säure sich zu Schwefelsäure zu verbinden.

Leitet man das Gemenge beider Gase über Platinschwamm, welcher in einer Glasröhre im schwachen Glühen erhalten wird, so strömt aus der anderen Oeffnung derselben wasserfreie Schwefelsäure, welche in feuchter Luft einen Qualm von dicken weißen Dämpfen bildet. Die Feuchtigkeit der Luft verbindet sich mit der Schwefelsäure zu Schwefelsäurehydrat, aus welchem die Säure des Handels besteht.

Eine ähnliche Rolle wie das Platin spielt in der Fabrikation der Schwefelsäure das Salpetergas. Es ist dies das bekannte gasförmige Oxyd des Stickstoffs, welches mit Luft gemischt braunrothe Dämpfe bildet, indem es die unter Gasen seltene Eigenschaft besitzt, direct eine Verbindung mit dem Sauerstoff der Luft einzugehen. Bei Gegenwart von Feuchtigkeit und hinlänglichem Sauerstoff verwandelt sich das Salpetergas in Salpetersäure. Wenn mit dieser Säure schweflige Säure zusammenkommt, so wird sie sogleich in Salpetergas zurückverwandelt; aller Sauerstoff, den dieses aufgenommen hatte, um in Salpetersäure überzugehen, tritt an die schweflige Säure, sie verwandelt sich in Schwefelsäure. Es ist vollkommen einleuchtend, daß das Salpetergas, da es nicht die geringste Veränderung erleidet, vielmal zu demselben Zwecke dienen kann; mit Luft und Feuchtigkeit in Berührung wird es wieder in Salpetersäure übergehen, und kommt damit auf's Neue schweflige Säure zusammen, so wird wieder Schwefelsäure und Salpetergas gebildet.

Man sieht ein, wie eine und dieselbe Menge Salpetergas dazu dienen könnte, um unbegrenzte Mengen schwefliger Säure in Schwefelsäure überzuführen, ohne jemals diese Fähigkeit einzubüßen, indem in letzter Form seine Wirkung ganz ähnlich der des Platins darin besteht, daß es der Luft ihren Sauerstoff nimmt und denselben auf die schweflige Säure überträgt.

Wenn alle schweflige Säure in Schwefelsäure verwandelt ist, so bleibt das Salpetergas als solches oder in der Form eines höheren Oxydes übrig. In den Schwefelsäurefabriken verbrennt man Schwefel und läßt das Gemenge von schwefliger Säure und Luft in lange Kammern eintreten, deren Wände aus Blei bestehen. In diesem großen Raume wird der Luftstrom mit Salpetersäure und Wasserdampf in Berührung gebracht, es wird Salpetergas in Freiheit gesetzt, durch welches in der beschriebenen Weise alle schweflige Säure auf ihrem Wege durch die Bleikammern in Schwefelsäure übergeführt wird; nur wenn es an Sauerstoff fehlt, erleidet der Fabrikant einen Verlust an Schwefelsäure. Bei hinreichendem Sauerstoff tritt das Salpetergas in der Form von salpetriger Säure aus der Kammer aus und kann durch besondere Vorrichtungen aufgefangen und zum wiederholten Mal benutzt werden.

Mit Hülfe des Platins läßt sich in der beschriebenen Weise nicht nur Ammoniak in Salpetersäure überführen, sondern man ist auch im Stande, die Oxyde des Stickstoffs, so wie andere gasförmige Stickstoffverbindungen, rückwärts in Ammoniak zu verwandeln. Wenn diese Oxyde mit überschüssigem Wasserstoffgas gemengt, mit heißem Platinschwamm sich in Berührung befinden, so verbinden sich jetzt die Elemente des Stickstoffoxyds mit dem Wasserstoff, sein Sauerstoff bildet damit Wasser, der Stickstoff bildet Ammoniak.

Diese Erscheinungen sind dadurch besonders merkwürdig, weil sich Wasserstoff mit Stickstoff zu Ammoniak direct nicht verbinden läßt. Wir kennen keinen Fall, wo eine solche Verbindung beider Elemente bewerkstelligt werden kann.

Der Zustand der Freiheit ist ein Hinderniß der Verbindung, aber einmal an der Kette, folgen die Elemente einer jeden Führung.

In chemischen Verbindungen besitzen die Elemente andere Eigenschaften, als im freien Zustande, eben weil sie, in Verbindungen eingehend, manche derselben einbüßen, welche Hindernisse ihrer chemischen Thätigkeit sind. Die einfache Aenderung des Gaszustandes des in den Poren des Platins enthaltenen Sauerstoffs giebt demselben Eigenschaften, die ihm im freien Zustande abgehen. Bei der Ueberführung des Salpetergases in Ammoniak verbindet sich dessen Sauerstoff mit Wasserstoff zu Wasser, wie dies in gleichen Verhältnissen immer geschieht, sein Stickstoff vereinigt sich mit Wasserstoff, was sonst nicht Statt hat, aber dieser Stickstoff ist nicht das gewöhnliche freie Stickstoffgas, es ist Stickstoffgas im werdenden Zustande.

In einer Menge von Fällen gelingt es, zwei Körper, welche sich direct nicht verbinden, zu einer chemischen Verbindung zu vereinigen, wenn man sie in dem Augenblick mit einander in Berührung bringt, wo der eine davon oder beide aus anderen Verbindungen austreten. Es ist der Zustand, in dem sie sich alsdann befinden, welchen der Chemiker mit Status nascens bezeichnet, und die Kenntniß der Wege, durch die es gelingt, die Körper in ihrem Entstehungszustand auf einander wirken zu lassen, ist eines der wichtigsten Erfordernisse der Kunst, chemische Verbindungen überhaupt hervorzubringen.

Man hat gefunden, daß eine Menge anderer Körper dieselben Eigenschaften wie das Platin, wie wohl in geringerem Grade besitzen; selbst gepulvertes Porcellan oder gewöhnlicher Bimsstein bringen die Verbindung des Wasserstoffs und Sauerstoffs zu Wasser, die der schwefligen Säure mit Sauerstoff zu Schwefelsäure in Temperaturen zuwege, in denen sich diese Körper sonst nicht vereinigen.

Eine Menge von Erscheinungen, die bis dahin völlig unerklärlich geblieben waren, haben durch die Entdeckung dieses Verhaltens fester und namentlich poröser Körper die schönste und befriedigendste Erklärung gefunden. Die Verwandlung des Weingeistes in Essig, unsere jetzige Schnellessigfabrikation, gewiß einer der wichtigsten Zweige der landwirthschaftlichen Fabrikation — sie beruht heutzutage auf den Grundsätzen, zu denen man durch das genaue Studium der erwähnten Eigenschaften gelangt ist.

# Elfter Brief.

Die Fabrikation der Soda aus gewöhnlichem Kochsalz kann als Grundlage des außerordentlichen Aufschwunges betrachtet werden, welchen die moderne Industrie nach allen Richtungen genommen hat; sie wird Ihnen, hoffe ich, ein belehrendes Beispiel des innigen Zusammenhanges gewähren, welcher die verschiedensten Zweige der Industrie und des Handels unter einander und wiederum mit der Chemie verbindet.

Die Soda oder ihr Hauptbestandtheil, das Natron, dient in Frankreich seit undenklichen Zeiten zur Bereitung der Seife und des Glases, zweier Producte der chemischen Industrie, durch welche an und für sich schon sehr große Capitalien in Bewegung gesetzt werden.

Die Seife ist ein Maßstab für den Wohlstand und die Cultur der Staaten. Diesen Rang werden ihr freilich die Nationalökonomen nicht zuerkennen wollen; allein nehme man es im Scherz oder Ernst, so viel ist gewiß, man kann bei Vergleichung zweier Staaten von gleicher Einwohnerzahl mit positiver Gewißheit denjenigen für den reicheren, wohlhabenderen und cultivirteren erklären, welcher die meiste Seife verbraucht; denn der Verkauf und Verbrauch derselben hängt nicht von der Mode, nicht von dem Kitzel des Gaumens ab, sondern von dem Gefühl des Schönen, des Wohlseins, der Behaglichkeit, welches aus der Reinlichkeit entspringt. Wo dieser Sinn neben den Anforderungen anderer Sinne berücksichtigt und genährt wird, da ist Wohlstand und Cultur zugleich.

Die Reichen des Mittelalters, welche mit wohlriechenden kostbaren Specereien die üble Ausdünstung ihrer Haut und Kleider, die niemals mit Seife in Berührung kamen, zu ersticken wußten, trieben im Essen und Trinken, in Kleidern und Pferden größeren Luxus als wir; aber welche Kluft bis zu uns, wo Schmutz und Unreinlichkeit gleichbedeutend sind mit Elend und dem unerträglichsten Mißgeschick!

Die Seife gehört endlich zu denjenigen Producten, deren Capitalwerth unausgesetzt aus der Circulation verschwindet und wieder erneuert werden muß; es ist eins der wenigen Producte der Industrie, welche nach dem Gebrauch, wie Talg und Oel, die man als Erleuchtungsmittel verbrennt, absolut werthlos werden. Mit alten Glasscherben kann man Fensterscheiben und mit Lumpen Kleider kaufen, mit Seifenwasser läßt sich aber in unseren Haushaltungen nichts anfangen. Man

hat zwar in manchen großen Wäschereien versucht, das Seifenwasser zu sammeln, und durch Schwefelsäure die fetten Säuren abzuscheiden; wenn diese bis zur Zerstörung der beigemischten Unreinigkeiten erhitzt werden, so können sie wieder zu einer geringen Sorte Seife verwendet werden, aber dies stellt nur eine sehr kleine Menge des Fettes wieder dar, welches in den Haushaltungen verloren geht. Eine Ausmittelung des Capitals, welches durch die Seifensiederei im Umlauf erhalten wird, wäre von großem Interesse; denn es ist sicher eben so bedeutend als dasjenige, welches im Kaffeehandel circulirt, mit dem Unterschiede, daß das Capital der Seifenfabrikation zum großen Theil auf unserm Grund und Boden entsteht.

Für Soda allein gingen von Frankreich aus jährlich 20—30 Millionen Franken nach Spanien, denn die spanische Soda war die beste. Der Preis der Seife und des Glases stieg während der Kriege mit England beständig, alle Fabrikationen litten darunter. Das heutige Verfahren der Darstellung der Soda aus Kochsalz, welches Frankreich bereicherte, wurde damals von Le Blanc entdeckt.

In ganz kurzer Zeit nahm die Sodafabrikation in Frankreich einen ungewöhnlichen Aufschwung, in dem größten Maßstab entwickelte sie sich an dem Sitz der Seifenfabrikation. Marseille besaß, wie wohl nur auf kurze Zeit, das Monopol der Soda- und Seifenfabrikation zugleich. Der Haß einer erbitterten Bevölkerung, die ihre Haupterwerbsquelle, den Sodahandel, unter Napoleon eingebüßt hatte, kam durch eine seltene Vereinigung von Umständen der nachfolgenden Regierung zu gut.

Um das Kochsalz in kohlensaures Natron überzuführen, muß es — dies ist der Gang der Fabrikation — vorher in Glaubersalz (schwefelsaures Natron) verwandelt werden; hierzu sind auf 100 Pfund Kochsalz im Durchschnitt 80 Pfund concentrirte Schwefelsäure erforderlich. Man sieht wohl ein, nachdem der Preis des Kochsalzes auf ein Minimum reducirt war, wozu sich die Regierung aufs Bereitwilligste entschloß, wurde der Preis der Soda abhängig von dem der Schwefelsäure.

Die Nachfrage nach Schwefelsäure stieg in's Ungeheure, von allen Seiten flossen die Capitalien diesem gewinnreichen Gewerbszweige zu, die Entstehung und Bildung der Schwefelsäure wurde auf das Genaueste studirt, man kam von Jahr zu Jahr auf bessere, einfachere und wohlfeilere Gewinnungsmethoden. Mit jeder neuen Verbesserung fiel der Preis der Schwefelsäure und ihr Absatz nahm im nämlichen Verhältniß zu. Die Gefäße, worin man Schwefelsäure darstellt, sind von Blei; ihr Umfang ist jetzt so gewachsen, daß man in eins dieser Gefäße (Bleikammer) ganz bequem ein mäßig großes zweistöckiges Haus stellen kann. Was das Verfahren und die Apparate betrifft, so hat die Schwefelsäurefabrikation ihren Culminationspunkt erreicht, sie kann kaum weiter verbessert werden.

Das Löthen der Bleiplatten mit Blei (Zinn und gemischte Lothe würden zerfressen werden) kostete früher beinahe so viel wie die Platten selbst; jetzt, wo man sich der Flammen des mit Luft gemischten Wasserstoffgases, einer Art Löthrohr dazu bedient, mit welchem man eine sehr

hohe Temperatur hervorbringt, können zwei Platten mit einander durch ein Kind verbunden werden.

Aus 100 Pfund Schwefel kann man der Rechnung nach nur 306 Pfund Schwefelsäure darstellen: man gewinnt 300 Pfund; man sieht, der Verlust ist nicht der Rede werth. —

Nebst dem Schwefel hatte früher auf den Preis der Schwefelsäure einen Haupteinfluß der zu dieser Fabrikation unentbehrliche Salpeter. Man brauchte freilich auf zehn Centner Schwefel nur einen Centner Salpeter, allein der letztere kostete viermal so viel als ein gleiches Gewicht Schwefel. Auch dies hat sich geändert.

Reisende hatten in Peru in dem District von Atacama in der Nähe des kleinen Hafenplatzes Yquique mächtige Salzauswitterungen entdeckt, als deren Hauptbestandtheil die chemische Analyse salpetersaures Natron nachgewiesen hatte; der Handel, der mit seinen Polypenarmen die Erde umstrickt und überall neue Quellen des Erwerbs für die Industrie eröffnet, bemächtigte sich dieser Entdeckung; die Vorräthe dieses kostbaren Salzes erwiesen sich als unerschöpflich, man fand Lager von mehr als vierzig Quadratmeilen Ausdehnung, es wurden Massen davon zu Preisen nach Europa gebracht, welche noch nicht die halben Frachtkosten des indischen Salpeters (Kalisalpeters) erreichten, und da in der chemischen Fabrikation weder das Kali noch das Natron, sondern nur die damit verbundene Salpetersäure in Anschlag kam, so verdrängte in unglaublich kurzer Zeit der Chilisalpeter den indischen oder Kalisalpeter so gut wie ganz aus dem Handel.

Die Schwefelsäurefabrikation gewann einen neuen Aufschwung; ohne Nachtheil für den Fabrikanten sank ihr Preis fortdauernd; jetzt ist derselbe stationär geworden, nachdem die unterdrückte Schwefelausfuhr aus Sicilien ihn für einige Zeit im Schwanken erhalten hatte. — Die verminderte Nachfrage nach Salpeter erklärt sich jetzt leicht; nur zur Pulverfabrikation wird jetzt noch Salpeter verwendet, und wenn die Regierungen Hunderttausende an dem Preise des Pulvers ersparen, so verdanken sie dies der Schwefelsäurefabrikation.

Um sich eine Vorstellung über den Verbrauch der Schwefelsäure zu machen, reicht es hin, zu erwähnen, daß eine kleine Schwefelsäurefabrik 5000 Centner, eine mäßig große 20,000 Centner Schwefelsäure in den Handel bringt; es giebt Fabriken, welche 60,000 Centner jährlich produciren. Durch die Schwefelsäurefabrikation fließen ungeheure Summen nach Sicilien, sie brachte in die öden Gegenden Atacama's Gewerbfleiß und Wohlstand, sie ist es, welche die Platingewinnung in Rußland gewinnreich macht; denn die Concentrationsgefäße der Schwefelsäurefabrikanten sind von Platin, und ein jeder Kessel kostet 10—20,000 Gulden; das immer schönere und wohlfeilere Glas, unsere vortreffliche Seife, sie werden heutzutage nicht mehr mit Holzasche, sondern mit Soda dargestellt.

Unsere Asche fließt als der kostbarste und nützlichste Dünger unseren Feldern und Wiesen zu.

Es ist unmöglich, alle Fäden dieses wunderbaren Gewebes der

Industrie im Einzelnen zu verfolgen; allein es sollen einige der unmittelbaren weiteren Folgen der chemischen Gewerbe hier noch erwähnt werden. Es ist berührt worden, daß das Kochsalz in Glaubersalz verwandelt werden muß, ehe es zur Natronfabrikation verwendet werden kann; durch die geeignete Behandlung mit Schwefelsäure erhält man daraus Glaubersalz, und man gewinnt hierbei als Nebenproduct das anderthalbfache bis doppelte Gewicht der Schwefelsäure an rauchender Salzsäure, eine Quantität im Ganzen, die ins Ungeheure steigt.

In der ersten Zeit war die Fabrikation der Soda so gewinnreich, daß man sich gar nicht die Mühe gab, die Salzsäure aufzufangen, sie besaß keinen Handelswerth; einer Menge nützlicher Anwendungen fähig, änderte sich dieses Verhältniß bald.

Die Salzsäure ist eine Chlorverbindung; aus keinem Material läßt sich reineres und wohlfeileres Chlor darstellen, wie aus Salzsäure. Die Anwendbarkeit des Chlors zum Bleichen der Zeuge war längst bekannt, aber im Großen niemals in Ausführung gebracht worden. Man fing an, die Salzsäure in der Form von Chlor zum Bleichen der Baumwollenstoffe zu benutzen, man lernte das Chlor durch Verbindung mit Kalk in eine auf weite Strecken hin versendbare Form bringen; ein neuer, höchst einflußreicher Erwerbszweig erhob sich, und kaum möchte sich in England ohne den Bleichkalk die Fabrikation der Baumwollenzeuge auf die so außerordentliche Höhe erhoben haben, auf der wir sie kennen; auf die Dauer hin konnte dieses Land mit Deutschland und Frankreich nicht concurriren, wäre es auf die Rasenbleiche beschränkt und angewiesen geblieben.

Zur Rasenbleiche gehört vor allen Dingen Land, und zwar gut gelegene Wiesen; jedes Stück Zeug muß in den Sommermonaten Wochen lang der Luft und dem Lichte ausgesetzt, es muß durch Arbeiter unaufhörlich feucht erhalten werden. Eine einzige nicht sehr bedeutende Bleicherei in der Nähe Glasgow's (Walter Crums) bleicht *täglich* 1400 Stücke Baumwollenzeug, Sommer und Winter hindurch. Um diese colossale Anzahl von Stücken Zeug, die diese einzige Bleicherei den Fabrikanten jährlich liefert, fertig zu bringen, welches ungeheure Capital würde in der Nähe der volkreichen Stadt zum Ankauf des Grund und Bodens gehören, den man nöthig hätte, um diesem Zeug zur Unterlage zu dienen! Die Zinsen dieses Capitals würden einen sehr merklichen Einfluß auf den Preis des Stoffes haben, der in Deutschland kaum fühlbar wäre.

Mit Hülfe des Bleichkalks bleicht man die Baumwollenzeuge in wenigen Stunden mit außerordentlich geringen Kosten, und in den Händen geschickter und intelligenter Menschen leiden die Zeuge hierdurch weit weniger als durch Rasenbleiche. Jetzt schon bleichen die Bauern im Odenwald mit Bleichkalk und finden ihren Vortheil dabei. — So dient die wohlfeile Salzsäure unter andern — wer sollte es sich denken? — zur Fabrikation des Leims aus Knochen, welche im Durchschnitt 30 bis 36 Procent davon enthalten. Knochenerde (phosphorsaurer Kalk) und Leim sind die Bestandtheile der Knochen; die erstere ist in schwacher

Salzsäure leicht löslich, der Leim wird davon nicht merklich angegriffen. Man läßt die Knochen in schwacher Salzsäure so lange stehen, bis sie durchscheinend und biegsam wie das geschmeidigste Leder werden; von aller anhängenden Salzsäure durch sorgfältiges Waschen mit Wasser und Kalkwasser befreit, hat man jetzt Stücke Leim von der Form der Knochen, die, ohne weiteres in heißem Wasser gelöst, zu allen Anwendungen tauglich sind.

Das Hauptproduct der Zersetzung des Kochsalzes durch Schwefelsäure ist, wie früher bemerkt, das von Glauber zuerst dargestellte und nach ihm benannte schwefelsaure Natron. Durch Schmelzung mit kohlensaurem Kalk unter Zusatz von Kohle erhält man damit die rohe Soda, ein Gemenge von kohlensaurem Natron und Aetznatron mit Schwefelcalcium und Kalk, die sich durch Auslaugung mit Wasser trennen lassen. Beim Einkochen der Lauge erhält man weißes Sodasalz, welches in diesem Zustande im Handel vorkommt und für die Seifen- und Glasfabrikation verwendet wird. Eine große, vielleicht die größte Masse Glas wird übrigens unmittelbar aus Glaubersalz und mit um so größerem Vortheil bereitet, da der ganze Umwandlungsproceß desselben in kohlensaures Natron damit erspart wird.

Das Fenster-, Spiegel- und Hohlglas werden durch Zusammenschmelzen von Kieselsäure (Sand, Quarzsand) mit kohlensaurem Kalk und kohlensaurem oder schwefelsaurem Natron oder Kali (kohlensaurem) bereitet. In der Schmelzhitze wird die Kohlensäure durch die Kieselsäure ausgetrieben; bei Anwendung von schwefelsaurem Natron setzt man etwas Kohle zu, durch deren Wirkung die Schwefelsäure in schweflige Säure, in eine Säure, welche eine weit geringere Verwandtschaft zum Natron hat, umgewandelt wird. Alle diese Gläser bestehen hiernach aus zwei Silikaten (Kieselsäure-Verbindungen), aus dem Silikat einer alkalischen Erde (Kalk) und dem Silikat eines Alkali's (Natron oder Kali). Die Silikate von Kali oder Natron geben für sich allein kein eigentliches Glas, sie werden vom Wasser aufgelöst und zersetzt; erst wenn sie mit einem Kalksilikate in einem gewissen Verhältnisse zusammengeschmolzen sind, entsteht das eigentliche Glas, welches dem Einfluß der Witterung widerstehen soll und durch schwache Säuren und durch Feuchtigkeit nicht angegriffen werden darf. Die feinen weißen böhmischen Hohlgläser bestehen aus einem Kalk-Kali-Silikate, die Kalk-Natron-Gläser sind immer etwas grünlich oder bläulich gefärbt; das Krystallglas enthält anstatt Kalk Bleioxyd. Stets machen die Alkalien in diesen Gläsern dem Gewicht nach den kleinsten Theil aus.

Da Kali und Natron, wenn beide neben Kalk zusammen angewendet werden, weit schmelzbarere Gläser geben als jedes für sich allein, so hat man für manche Gläser einen Vortheil darin gefunden, in dem Glassatz für Natronglas einen Theil des Natrons durch eine gewisse Quantität Kali zu ersetzen, wodurch der schmelzende Glasfluß die Eigenschaft erlangt, bei der gewöhnlichen Schmelztemperatur eine größere Menge Kieselsäure aufzunehmen, und wodurch ein in seiner Qualität verbessertes Glas entsteht.

Das Natron dient ferner zur Darstellung von Wasserglas, von welchem in der neueren Zeit eine so ausgedehnte Anwendung gemacht wird; es besteht in einem Silikate von Natron (oder Kali) und ist demnach kein eigentliches Glas; es dient als Kitt für Glas, Porcellan und Metalle, zur Entschälung der rohen Seide, zum Befestigen von Farben auf Papier und Baumwolle; Holz damit getränkt verliert seine Entzündlichkeit; ganz besonders wichtig ist dessen Anwendung zur Darstellung des hydraulischen Kalkes, zum Verkieseln der Kalkwände und in der Freskomalerei.

Das Wasserglas, welches von Fuchs in München entdeckt wurde, wird durch Schmelzen von schwefelsaurem Natron und etwas Kohle, oder von kohlensaurem Natron (oder Kali) mit Quarz oder reinem Sande in Gestalt eines durchsichtigen Glases gewonnen, welches, fein gepulvert in kochendes Regenwasser getragen, sich zu einer syrupähnlichen Flüssigkeit auflöst, welche, auf Glas, Stein und Metall aufgestrichen, zu einem unverbrennlichen Firniß eintrocknet; wird diese Auflösung stärker eingedampft, so gesteht das Ganze zu einer durchscheinenden Gallerte. Die wichtigsten Eigenschaften dieses Glases lassen sich durch folgenden Versuch anschaulich machen. Legt man in eine Auflösung von Wasserglas, welche etwa 10 pC. trockne Substanz enthält, ein Stück gewöhnlicher, mit reinem Wasser vorher benetzter Schreibkreide, nimmt es nach 3 bis 4 Tagen heraus und läßt es trocknen, so findet man, daß die Kreide ihre gewöhnlichen Eigenschaften völlig verloren hat; aus einer weichen abfärbenden Substanz ist sie in eine steinharte Masse übergegangen, welche mit dem Fingernagel keinen Eindruck mehr annimmt und, mit einem glatten Körper gerieben, Politur erhält. Diese Aenderung erstreckt sich tief in das Innere des Stückes, je nach der Dauer der Einwirkung des Wasserglases und rührt von einer wahren Verbindung des kohlensauren Kalkes der Kreide mit dem kieselsauren Alkali her, zu einer Masse, die durch Kohlensäure und Feuchtigkeit nicht mehr angegriffen wird. In gleicher Weise werden Mauern und Kalkwände, bis zur Sättigung mit der Auflösung des Wasserglases getränkt, wie verkieselt und gegen Verwitterung geschützt. Gemälde auf Kalkwänden, deren Farben einfach mit Wasser aufgetragen worden und die nach dem Trocknen verwischbar geblieben sind, werden durch Anspritzen mit Wasserglaslösung wie durch einen unzerstörbaren Leim dauerhaft darauf befestigt. Die großen Wandgemälde in dem Museum zu Berlin sind in dieser Weise durch Kaulbach ausgeführt worden, der sich um diese neue Art von Malerei, welche Fuchs stereochromische (Festfarben-) Malerei genannt hat, die größten Verdienste erwarb, in so fern dieser berühmte Künstler die Ideen von Fuchs zuerst mit Erfolg aufnahm und technisch fruchtbar zu machen wußte.

Mit Wasserglas, gemischt mit Kreide und Zusatz von Eisenoxyd und Erdfarben, bemalt man in München sehr zierlich die gewöhnlichen eisernen Heizöfen, welche dadurch das Ansehen von Porcellan- oder Thonöfen erhalten. Man hat vor einigen Jahren im Hannöverschen bei Oberohe und Hützel große Lager von einer unendlich feinen, beinahe weißen oder gelblichen etwas eisenhaltigen Kieselsäure entdeckt, welche

gänzlich aus den Panzern oder Schalen von gewissen Infusorien besteht und die sich ohne alle Schmelzung mit Natron zu Wasserglas verbinden läßt; kochende Aetznatronlauge löst das doppelte Gewicht von dieser Infusorienerde auf und diese Lösung kann, nachdem sie von dem aufgeschlämmten Eisenoxyde durch Klärung befreit ist, ganz wie jede auf anderm Wege dargestellte Wasserglas-Lösung verwendet werden.

Eine höchst wichtige Anwendung der Schwefelsäure kann hier nicht unerwähnt gelassen werden; es ist die zum Affiniren des Silbers und zur Gewinnung des im Silber nie fehlenden Goldes.

Unter dem Proceß des Affinirens versteht man bekanntlich die Reindarstellung des Silbers, seine Scheidung nämlich von Kupfer. Wir erhalten aus den Bergwerken 8- bis 10löthiges Silber, was in 16 Lothen (1 Mark) also 6 bis 8 Loth Kupfer enthält. Unser Münz- und Werksilber enthält in der Mark 12, 13 bis 14,4 Loth Silber, was in den Münzstätten durch Legirung von feinem, d. h. reinem Silber mit Kupfer in dem bestimmten Verhältnisse dargestellt wird. Das Rohsilber muß zu diesem Zweck in feines verwandelt, affinirt werden. Früher geschah dies durch das Abtreiben mit Blei; es war dazu ein Kostenaufwand nöthig, der für die 100 Mark Silber etwa zwanzig Gulden betrug. In dem auf diese Weise gereinigten Silber blieb aber 1/1200 bis 1/2000 Gold zurück, dessen Scheidung die Kosten nicht lohnte; dieses Gold circulirte in unsern Münzen und Geräthen völlig werthlos, und der größte Theil des Kupfers ging für den Besitzer des Rohsilbers gänzlich verloren. Diese Verhältnisse haben sich jetzt auf eine überraschende Weise geändert. Das Tausendstel Gold im Rohsilber macht nämlich etwas mehr als 1 1/2 Procent vom Silberwerth aus, was jetzt nicht allein die Kosten seiner Darstellung deckt, sondern dem Affineur auch noch einen erklecklichen Gewinn gewährt. So tritt denn der sonderbare Fall ein, daß wir dem Affineur Rohsilber geben, für welches er uns den durch die Probe genau ausgemittelten Gehalt an feinem Silber, so wie das Kupfer wieder liefert, ohne daß wir ihm für seine Arbeit scheinbar etwas bezahlen; er ist bezahlt durch den Goldgehalt unseres Silbers, den er zurückbehält.

Die Affinirung des Silbers nach dem neuen Verfahren ist eine der schönsten chemischen Operationen. Das gekörnte Metall wird in concentrirter Schwefelsäure gekocht, wo sich Silber und Kupfer auflösen, während alles Gold als schwarzes Pulver zurückbleibt. Die Auflösung enthält Silber- und Kupfervitriol. Man bringt sie in Tröge von Blei, wo sie mit altem Kupfer in Berührung gelassen wird. Eine Folge davon ist, daß sich das aufgelöste Silber völlig rein und vollkommen ausscheidet, während von dem Kupfer eine gewisse Portion in Auflösung tritt; man hat also zu Ende der Operation reines metallisches Silber und Kupfervitriol.

Das in dieser Scheidung gewonnene Gold ist nicht rein, es enthält, durch Kochen mit kohlensaurem Natron und Behandlung mit Salpetersäure von beigemengtem schwefelsauren Bleioxyd, Eisenoxyd und Schwefelkupfer befreit, in 1000 Gewichtstheilen 970 Gold, 28 Silber und wie

Pettenkofer kürzlich gefunden hat, als nie fehlenden Bestandtheil bis zu 2 Th. Platin, welche letztere beiden Metalle man durch Schmelzen mit saurem schwefelsauren Natron und Salpeter leicht von dem Golde trennt.

Der bei der Affinirung des Silbers auf dem beschriebenen Wege als Nebenproduct gewonnene Kupfervitriol, welcher früher vorzüglich zur Darstellung grüner und blauer Farben diente, hat in der neuern Zeit eine sehr mannichfaltige Verwendung genommen. Holz, welches durch seine Masse hindurch mit einer Lösung von Kupfervitriol in Wasser getränkt wird, fault nicht und erhält sich in feuchter Erde liegend viele Jahre lang, ohne seinen Zusammenhang zu verlieren, daher denn seine Anwendung zur Erhaltung der Holzunterlagen, welche die Eisenbahnschienen tragen, deren Erneuerung eine höchst beträchtliche Ausgabe und Störung vielerlei Art veranlaßt. Die Landwirthe benutzen den Kupfervitriol um das Getreide, namentlich die Samen während ihrer Entwickelung vor gewissen Krankheiten zu schützen, welche von der Entwickelung von Pilzen herrühren. Zu diesem Zwecke wird das Saatkorn vor dem Säen 24 Stunden lang in einer verdünnten Lösung dieses Salzes eingeweicht, wodurch, wie man annimmt, die darin vorhandenen Pilzkeime zerstört werden. Die ausgedehnteste Anwendung findet der Kupfervitriol in der Galvanoplastik.

Der bedeutendste Verbrauch von Schwefelsäure findet in der neuern Zeit in der Landwirthschaft statt; sie dient nämlich zur Darstellung des wirksamsten Düngers für Rüben, Gras und Kornpflanzen, des sogenannten schwefelsauren Knochenmehls oder sauren phosphorsauren Kalks. In der Fabrikation werden die hierzu dienenden Knochen, wenn sie frisch sind, zuvor in einem Kessel mit Wasser gedämpft, gewöhnlich unter verstärktem Druck, bis sie weich und leicht zerreiblich geworden sind; man setzt alsdann den zu einem dünnen Brei mit Wasser fein zerriebenen Knochen 1/3 von dem Gewicht der Knochen an concentrirter Schwefelsäure zu, wodurch die ganzen Masse sich verdickt und fest wird. Diese Masse wird alsdann in der Wärme getrocknet, zu einem feinen Pulver auf einer Mühle gemahlen und in dieser Form in den Handel gebracht. Auf manchen großen Gütern wird dieser Dünger von den Landwirthen selbst bereitet und man begnügt sich alsdann die gedämpften und in feines Pulver verwandelten Knochen mit der geeigneten Menge Schwefelsäure und mit so viel Wasser zu versetzen, daß eine dünne Milch entsteht, die man auf den Feldern gleichförmig verbreitet.

In Folge der Anwendung dieses Düngers ist der Ertrag der Rübenfelder in England um 50, häufig um 100 Procent, und in einem ähnlichen, wie wohl kleinern Verhältniß der Kornertrag der Kornfelder und der Heuertrag der Wiesen gestiegen, und es läßt sich die Wichtigkeit dieses Düngers für die Landwirthschaft am besten vielleicht aus der Ausdehnung ermessen, welche diese Fabrikation gewonnen hat. Der Herzog von Argyll in seiner Eröffnungsrede der Naturforscherversammlung in Glasgow im Herbst 1855 erwähnt, daß von diesem künstlichen Dünger in England allein jährlich nicht weniger als 60,000 Tons oder

1,200,000 Centner verbraucht werden. Auch in Deutschland, in Frankfurt a/M., am Rhein und in Preußen sind bedeutende Fabriken dieses Knochendüngers entstanden, und so verschieden auch sonst die Ansichten der Landwirthe über die Wirksamkeit anderer Düngmittel sein mögen, alle sind darüber mit einander einverstanden, daß durch den Zusatz der Schwefelsäure die nützliche Wirkung des phosphorsauren Kalks der Knochen um das Vielfache gesteigert wird. Der Verbrauch der Schwefelsäure ist durch diese Anwendung um mehr als das Doppelte gestiegen.

Es würde die Grenze dieser Skizze überschreiten, wenn man alle Anwendungen der Schwefelsäure, der Salzsäure und des Natrons hier in ihren äußersten Verzweigungen verfolgen wollte; allein kaum dürfte man vermuthen, daß die so schönen Stearinsäurekerzen, unsere so wohlfeilen Phosphorfeuerzeuge (die vortrefflichen Reibzündhölzchen) je in Gebrauch gekommen sein würden ohne die so außerordentliche Vervollkommnung der Schwefelsäurefabrikation. Die jetzigen Preise der Schwefelsäure, Salzsäure, Salpetersäure, der Soda, des Phosphors ꝛc. würde man vor fünfzig Jahren für fabelhaft erklärt haben; wer kann voraussehen, welche neuen Fabrikationen wir in weiteren fünfundzwanzig Jahren erhalten werden? — Man wird nach dem Vorhergehenden die Behauptung nicht für übertrieben halten, daß die chemische Industrie eines Landes mit großer Genauigkeit nach der Anzahl von Pfunden Schwefelsäure beurtheilt werden kann, die man in diesem Lande verbraucht. In dieser Beziehung giebt es keine Fabrikation, welche von Seiten der Regierungen eine größere Beachtung verdient. Daß England sich zu so extremen Schritten gegen Neapel wegen des Schwefelhandels entschloß, lag ganz einfach in dem Druck, den die gesteigerten Schwefelpreise auf die Preise der gebleichten und gedruckten Baumwollenzeuge, der Seife und des Glases ausübten. Wenn man erwägt, daß England zum Theil Amerika, Spanien, Portugal, den Orient und Indien mit Glas und Seife versieht, daß es dagegen Baumwolle, Seide, Wein, Rosinen, Korinthen und Indigo eintauscht, daß zuletzt der Sitz der Regierung, London, der Hauptstapelplatz für den Handel mit Wein und Seide ist, so wird man die Bemühungen der englischen Regierung um die Aufhebung des Monopols des Schwefelhandels erklärlich finden.

Es war Zeit für Sicilien, daß ein seinen wahren Interessen so entgegengesetztes Verhältniß so bald ausgeglichen wurde; denn hätte es einige Jahre länger gedauert, so wäre sein ganzer Reichthum an Schwefel für das Königreich höchst wahrscheinlich völlig werthlos geworden. Wissenschaft und Industrie bilden heutzutage eine Macht, die von Hindernissen nichts weiß. Aufmerksame Beobachter konnten leicht den Zeitpunkt bestimmen, wo die Ausfuhr des Schwefels aus Sicilien aufhören mußte. Es sind in England fünfzehn Patente genommen auf Verfahrungsweisen, um den Schwefel bei der Sodafabrikation wieder zu gewinnen und um ihn rückwärts wieder in Schwefelsäure zu verwandeln. Vor dem Schwefelmonopol dachte Niemand an eine Wiedergewinnung; die Vervollkommnung dieser fünfzehn gelungenen Versuche wäre sicher nicht ausgeblieben, und die Rückwirkung auf den Schwefelhandel muß auch dem Befangensten

einleuchtend sein. Wir besitzen Berge von Schwefelsäure im Gyps und Schwerspath, von Schwefel im Bleiglanz, im Schwefelkies; mit den steigenden Schwefelpreisen kam man darauf, den Schwefel dieser Naturproducte für den Handel zu gewinnen; man stellte sich die Ausmittelung des wohlfeilsten Weges zur Aufgabe, um diese Materien für die Schwefelsäurefabrikation tauglich zu machen. Tausende von Centnern Schwefelsäure werden bei den hohen Schwefelpreisen aus Schwefelkies gewonnen; man würde dahin gelangt sein, die Schwefelsäure aus dem Gyps zu ziehen, freilich nicht ohne viele Hindernisse zu besiegen, allein sie würden überwunden worden sein. Der Anstoß ist jetzt gegeben, die Möglichkeit des Gelingens dargethan; wer weiß, welche schlimme Folgen sich aus einer unvernünftigen Finanzspeculation für Neapel in wenigen Jahren entwickeln werden! Es mag ihm leicht gehen wie Rußland, das sich durch sein Prohibitivsystem um seinen Handel mit Talg und Potasche ganz und gar gebracht hat. Nur durch die Noth gezwungen kauft man Waaren in einem Lande, welches unsere eigenen Waaren von seinem Verkehr ausschließt. Anstatt Hunderttausende von Centnern Talg und Hanföl, verbraucht jetzt England Hunderttausende von Centnern Palmbutter und Cocosöl, die es nicht von Rußland erhält. Die Aufstände der Arbeiter gegen die Fabrikbesitzer, des höhern Taglohns wegen, haben zu den bewunderungswürdigen Maschinen geführt, durch die sie entbehrlich wurden. So straft sich im Handel und in der Idustrie jede Unklugheit von selbst, und jeder Druck, jede Sperrung des Verkehrs wirkt auf das Land am fühlbarsten zurück, von dem sie ausgeht.

## Zwölfter Brief.

Sie werden mir beipflichten, wenn ich es als ein großes Glück für die menschliche Gesellschaft ansehe, daß eine jede neue Idee, die sich in Gestalt einer nützlichen Maschine oder eines Gegenstandes des Handels oder der Industrie bringen läßt, ihre Anhänger findet, die ihre Kräfte und Talente, ihr Hab und Gut daran setzen, um sie zu verwirklichen. Selbst wenn sich diese Idee als unausführbar erweist, wenn sie in sich selbst später als absurd erkannt wird, so gehen aus diesen Bestrebungen nichtsdestoweniger andere werthvolle und nützliche Resultate hervor. Es ist damit in der Industrie wie in der Naturforschung, in welcher die Theorien zu Arbeiten und Untersuchungen führen. Wenn man aber arbeitet, so macht man Entdeckungen: man gräbt auf Braunkohle und entdeckt Salzlager, man gräbt auf Eisen und findet weit werthvollere Erze.

So erwartet man denn in der neuesten Zeit von dem Elektromagnetismus wunderbare Dinge; er soll die Locomotive auf unseren Eisenbahnen in Bewegung setzen mit einem so geringen Aufwand an Kosten, daß diese gar nicht mehr in Betracht kommen. England wird sein Uebergewicht als Manufacturstaat einbüßen; denn was nützen ihm seine Kohlen? Wir haben wohlfeiles Zink, und wie wenig Zink gehört dazu, um eine Drehbank, und demzufolge eine andere Maschine in Bewegung zu setzen! Alles dies ist lockend und verführerisch, und so muß es denn auch sein, denn Niemand würde sich sonst damit beschäftigen; allein es sind zum größten Theil Illusionen, welche darauf beruhen, daß man sich noch nicht die Mühe gegeben hat, Vergleichungen anzustellen. Mit einer einfachen Spiritusflamme, die man unter ein passendes Gefäß mit siedendem Wasser setzt, kann man einen kleinen Wagen von 2 bis 300 Pfund in Bewegung setzen, oder ein Gewicht von 80 bis 100 Pfund auf eine Höhe von 20 Fuß heben. Alles dies kann man nun auch durch ein Stück Zink, das man in einem gewissen Apparate in verdünnter Schwefelsäure sich lösen läßt. Gewiß ist dies eine höchst überraschende und wunderbare Entdeckung; allein die Hauptfrage ist immer, welches von den beiden Mitteln zur Bewegung wohl das wohlfeilste sein mag.

Um diese Frage in ihrer richtigen Bedeutung aufzufassen, muß man sich an die Aequivalente der Chemiker erinnern. Es sind dies gewisse

unveränderliche, in Zahlen ausdrückbare Wirkungswerthe, die einander proportional sind. Um eine gewisse Wirkung hervorzubringen, habe ich 8 Pfund Sauerstoff nöthig, und wenn ich für dieselbe Wirkung keinen Sauerstoff, sondern Chlor anwenden will, so muß ich davon nicht mehr und nicht weniger als 35½ Pfund nehmen. So sind 6 Pfund Kohle ein Aequivalent für 32 Pfund Zink. Diese Zahlen drücken ganz allgemeine Wirkungswerthe aus, die sich auf alle Thätigkeiten beziehen, welche sie zu äußern fähig sind. Wenn wir Zink, in einer gewissen Weise mit einem anderen Metall verbunden, mit verdünnter Schwefelsäure in Berührung bringen, so löst es sich in der Form von Zinkoxyd auf; es verbrennt auf Kosten von Sauerstoff, den ihm die leitende Flüssigkeit darbietet. In Folge dieser chemischen Action beobachten wir die Entstehung eines elektrischen Stroms, der, durch einen Draht geleitet, diesen zu einem elektrischen Magneten macht.

Durch die Auflösung von einem Pfund Zink erhalten wir also eine gewisse Summe von Kraft, wodurch wir z. B. in Stand gesetzt werden, ein um so größeres Gewicht Eisen einen Fuß hoch in die Höhe zu heben, und so lange schwebend zu erhalten, in je kürzerer Zeit die Auflösung des Zinks vollendet ist. Wir können ferner durch Unterbrechung und Wiederherstellung der Berührung des Zinks mit der Säure und durch umgekehrte Wirkung dem Eisengewicht eine Bewegung hin- und herwärts oder auf- und abwärts geben, die Bedingung also schaffen, um eine Maschine zu treiben.

Aus nichts kann keine Kraft entstehen; in dem berührten Falle wissen wir, daß sie durch Auflösung (durch Oxydation) des Zinks hervorgerufen wird; allein abstrahiren wir von dem Namen, den diese Kraft hier trägt, so wissen wir, daß ihre Wirkung in einer anderen Weise hervorgebracht werden kann. Wenn wir nämlich das Zink unter dem Kessel einer Dampfmaschine, also in dem Sauerstoff der Luft, anstatt in der galvanischen Säule, verbrannt hätten, so würden wir Wasserdampf und damit eine gewisse Quantität Kraft hervorgebracht haben. Wir wollen nun annehmen — was keineswegs bewiesen ist — die Kraftmenge sei in beiden Fällen ungleich, man habe z. B. durch die galvanische Säule doppelt oder dreimal mehr Kraft gewonnen, oder, wenn man will, weniger Verlust an Kraft gehabt, so muß man sich erinnern, daß das Zink repräsentirt werden kann durch gewisse Aequivalente an Kohle. Nach den Versuchen von Despretz entwickeln 6 Pfund Zink, wenn sie sich mit Sauerstoff verbinden, nicht mehr Wärme wie 1 Pfund Kohle; wir können also unter gleichen Bedingungen mit 1 Pfund Kohle sechsmal so viel Kraft hervorbringen wie mit 1 Pfund Zink. Es ist klar, die Kraftverluste auf beiden Seiten gleichgesetzt, würde es vortheilhafter sein, Kohlen anzuwenden anstatt Zink, selbst wenn dieses in der galvanischen Säule viermal so viel Kraft entwickelte, als ein gleiches Gewicht Kohle durch seine Verbrennung unter einem Dampfkessel liefert. Mit einem Wort, wenn wir die Kohlen, die wir zur Ausschmelzung des Zinks aus seinen Erzen gebrauchen, unter einer Dampfmaschine verbrennen, so werden wir damit weit mehr Kraft hervorbringen, als

durch Zink, in welcher Form oder in welchem Apparat wir es auch verwenden mögen. Wärme, Elektricität und Magnetismus sind in einer ähnlichen Beziehung einander äquivalent wie Kohle, Zink und Sauerstoff. Durch ein gewisses Maß von Elektricität bringen wir ein entsprechendes Verhältniß von Wärme oder von magnetischer Kraft hervor, die sich gegenseitig äquivalent sind. Diese Elektricität kaufe ich mit chemischer Affinität, die, in der einen Form verbraucht, Wärme, in der anderen Elektricität oder Magnetismus zum Vorschein bringt. Mit einer gewissen Summe von Affinität bringen wir ein Aequivalent Elektricität hervor, gerade so wie wir umgekehrt durch ein gewisses Maß von Elektricität Aequivalente von chemischen Verbindungen zur Zerlegung bringen. Die Ausgabe für magnetische Kraft ist also hier die Ausgabe für die chemische Affinität. Zink und Schwefelsäure liefern uns die chemische Affinität in der einen, Kohlen und ein gehöriger Luftzug in der anderen Form (siehe den nächsten Brief). Man darf sich nicht dadurch täuschen lassen, daß man mit einem sehr kleinen Aufwand von Zink einen Eisendraht zu einem Magneten machen kann, der 1000 Pfund Eisen trägt; denn mit diesem Magnet sind wir nicht im Stande, ein einziges Pfund Eisen 2 Zoll hoch in die Höhe zu heben, dies will sagen, ihm eine Bewegung zu ertheilen. Der Magnet wirkt wie ein Felsen, der, ruhend, mit einem Gewichte von 1000 Pfund auf eine Unterlage drückt; es ist ein eingeschlossener See, der keinen Fall besitzt. Man hat ihm aber Abfluß und Fall zu geben gewußt — so kann man mir einwerfen — und ich halte dies für einen Triumph der Mechanik; man wird dahin gelangen, ihm auch noch mehr Fall und eine größere Kraft zu geben, als man bis jetzt im Stande war; immer aber bleibt es gewiß, daß bis auf den Dampfkessel an keiner unserer Maschinen sich das geringste ändern wird, und daß 1 Pfund Kohle in diesem Augenblick noch unter einem Dampfkessel eine mehrere hundertmal schwerere Masse in Bewegung zu setzen vermag, als 1 Pfund Zink in der galvanischen Säule.*) Unsere Erfahrungen in diesen neueren Bewegungsmitteln sind noch zu jungfräulich, als daß sich voraussehen ließe, was sich daraus entwickeln wird. Möchten sich die Männer, die sich die Lösung dieses Problems zur Aufgabe gesetzt haben, nicht entmuthigen lassen; auch wenn wir nur die Gefahr der Dampfmaschinen damit beseitigen lernen, so ist dies selbst bei dem doppelten Kostenaufwand schon ein großer Gewinn.

Mit der galvanischen Säule als Bewegungsmittel mag es sich in einiger Zeit verhalten wie mit der Fabrikation des inländischen Zuckers und mit der des Leuchtgases aus Oel und Steinkohle.

---

*) Nach einer Angabe in der Beilage der Allg. Zeitung Nr. 214 hat Jacobi 1848 bis 1849 eine Maschine erbaut, durch welche eine Schaluppe von 12 Mann in Bewegung gesetzt werden konnte, und deren Effect auf 600 Pud = 24,000 Pfund in einer Minute auf 1 Fuß Höhe gehoben geschätzt wurde. Dieser Effect kann mit dem auch der kleinsten Dampfmaschine noch nicht verglichen werden, denn er beträgt erst 4/5 von einer Pferdekraft (1 Pferdekraft = 500 Pfund in 1 Secunde 1 Fuß in die Höhe gehoben).

Die Industrie hat, was den Rübenzucker betrifft, beinahe das Unmögliche geleistet; anstatt eines nach Rüben schmeckenden, schmierigen Zuckers, fabricirt man jetzt die schönste Raffinade, anstatt 3 bis 4 Procent, welche Achard erhielt, producirt man jetzt das Doppelte, und dennoch wird sich diese Fabrikation auf die Dauer hin nicht halten können. Die Finanzverwaltung hat den Zucker als Mittel zur Besteuerung gewählt und es empfingen die Regierungen der Zollvereinsstaaten mittelst der im Jahre 1846 eingeführten 1,200,000 Centner Zucker zehn und eine halbe Million Gulden, welche einen Theil der Summe ausmachen, die der Staat zu seinem Haushalte bedarf. In demselben Jahre erzeugten 96 Rübenzuckerfabrikanten im Zollverein aus 4,446,469 Centner Rüben, 334,320 Centner Rohzucker, der im Lande verbraucht worden ist; der Preis dieses Zuckers ist derselbe wie der des tropischen Zuckers. Wäre der Rübenzucker im Lande nicht erzeugt worden, so würde ein demselben gleiches Quantum Rohrzucker eingebracht und verbraucht worden sein. In diesem Fall wird der Staatshaushalt*) die Summe von 2,400,000 Gulden ($8^3/_4$ fl. per Ctr.) empfangen haben, die im Zuckerpreis an die Rübenzuckerfabrikanten bezahlt worden ist. Anstatt 13 Millionen, welche der Staat eingenommen hätte, empfing er nur $10^1/_2$ Million; es ist klar, daß durch den Ausfall von $2^1/_2$ Million Gulden, die anderen Steuern um eben so viel erhöht werden mußten; die Bewohner der Zollvereinsstaaten haben demnach $2^1/_2$ Million Gulden an die Rübenzuckerfabrikanten und $2^1/_2$ Million Gulden in anderen Steuern an den Staat bezahlen müssen; jeder der 96 Fabrikanten hat im Mittel 25000 Gulden von den Bewohnern des Landes empfangen, ohne daß diesen irgend ein Vortheil dadurch zugewachsen ist. Das Vergnügen, auf seinem eigenen Grund und Boden gewachsenen Zucker zu essen, ist, wie man sieht, mit nicht geringen Opfern bezahlt. Wäre aller Zucker im Inlande erzeugt worden, so würde der Ausfall im Staatshaushalt $8^1/_2$ Million Gulden betragen. Ob es nationalökonomisch zuläßig wäre, unter diesen Umständen 17 Millionen Gulden im Zollverein als Steuer aufzubringen ($8^1/_2$ Million an die Rübenzuckerfabrikanten und eben so viel für den Staatshaushalt), diese Frage mag hier unerledigt bleiben.

Wenn wir uns denken, daß der Staat, um uns mit Zucker zu versorgen, ein ungeheures Gewächshaus, in welchem Zuckerrohr gezogen wird, mit einem in Gestalt von Steuern erhobenen Aufwand von $8^1/_2$ Million Gulden zu unterhalten hätte, so würde man die Entdeckung einer Insel, auf welcher das Zuckerrohr wild wächst und wo es leicht und mit einem geringen Kostenaufwande cultivirt werden könnte, für das glücklichste Ereigniß halten, namentlich wenn uns diese

*) Die Fabrikanten versteuerten 20 Ctr. Rüben zu 1 Rthlr., jetzt zu 2 Rthlr., nach der Annahme, daß 20 Th. Rüben 1 Th. Zucker geben, sie erhielten aber 1 Ctr. Zucker von 13 bis 14 Ctr. Rüben. (Die Steuer auf die Rüben ist inzwischen erhöht worden und es hat sich zu Gunsten der Consumenten ein besseres Verhältniß hergestellt.)

Insel unseren Zuckerbedarf mit Ersparung des ganzen Aufwandes für das Gewächshaus liefern würde. Jeder Einzelne würde dabei Gewinn haben; denn die Steuer im Lande könnte dann ohne allen Nachtheil um $8^1/_2$ Millionen Gulden vermindert werden. Man kann gegen diese Rechnung einwenden, daß die Rübenzuckerfabrikation eine Zukunft hat, daß sie, vollkommen entwickelt, Kraft genug gewinnen könne, um den ganzen Aufwand von $8^1/_2$ Millionen Gulden für das Gewächshaus zu bestreiten, daß sie dann eben so viel Steuer an den Staat entrichten werde, als die Fabrikanten von den Zuckerverbrauchern empfingen. Dies ist möglich, aber die Zukunft ist dennoch nicht für den Rübenzucker, sondern für den Rohrzucker.

Auf dem Morgen des besten Landes, für welches ein jährlicher Pacht bis zu 50 Gulden entrichtet wird, gewinnt man in der Umgegend Magdeburgs durchschnittlich 10 Ctr. Zucker, welche ohne den Arbeitslohn zu ihrer Verarbeitung 40 Ctr. Steinkohlen kosten. Die Rübe enthält 10 pCt. Zucker, wovon $7^1/_2$ pCt. gewonnen werden; die denkbar möglichen Verbesserungen bewegen sich demnach um die Gewinnung von $2^1/_2$ pCt. Zucker, die der Fabrikant verliert.

Ein Morgen Land in den Colonien, dessen Pacht weniger als den zehnten Theil der Pachtsumme in Europa beträgt, erzeugt jährlich 315 bis 350 Ctr. Zuckerrohr (nach L. Wray 25 bis 30 tons pro acre), welche 70 bis 80 pCt. Saft liefern, in welchem sich 20 pCt. Zucker befinden. Der Morgen Land bringt demnach in dem Vaterland des Zuckerrohrs 40 bis 50 Ctr. Zucker hervor; zugleich gewinnt man in dem ausgepreßten Rohr so viel oder nahe so viel Brennstoff, als wie zur Verarbeitung des Saftes erforderlich ist.

Für gleiche Vegetationsperioden und gleiche Bodenfläche ist der absolute Ertrag des Bodens an Zucker beim Zuckerrohr um mehr wie das Doppelte größer, als bei den Rüben.

Die Rübenzuckerfabrikanten haben vor den Colonisten voraus bessere Methoden, d. h. Ersparung von Arbeitskraft, ein für die Verarbeitung des Saftes günstigeres Klima und vielleicht eine größere Intelligenz; daß sie überhaupt bei uns bestehen, beruht auf Zufälligkeiten, denen Niemand Dauer zuschreiben kann. Die Zuckerpflanzer sind jetzt schon unendlich unterrichteter als früher, eine völlige Revolution in ihren Methoden hat bereits begonnen, sie werden aufhören, nachlässig oder Verschwender zu sein. Es ist völlig undenkbar, daß die Zuckerpflanzer fortfahren, wie bisher von den 20 pCt. Zucker, die ihr Saft enthält, 12 pCt. zu verlieren und nur 8 pCt. zu gewinnen. Ein einfaches Mittel, um die Gährung des Saftes in dem heißen Klima zu verhüten, ist wahrscheinlich jetzt schon gefunden und im Gebrauch, und ein Mehrgewinn von 4 pCt. Zucker im Safte wird allein schon die Zuckerfabrikation in Europa unmöglich machen.*)

*) So stellte sich vor sieben Jahren vom wissenschaftlichen und praktischen Standpunkte aus die Frage über das Bestehen und die Dauer der Zuckerfabrikation in Europa; sie hat sich jetzt wesentlich geändert. Die Freigebung

Das Geld macht heutzutage nicht mehr den Reichthum eines Staates aus, und wenn wir in der Rheinebene eben so reiche Diamantenlager hätten, wie zu Golkonda, Visapur oder wie in Brasilien, so würden sie schwerlich der Bearbeitung werth sein, weil die Bruttokosten ihrer Gewinnung, die an den genannten Orten sich für den Karat auf 17 bis 18 Gulden durchschnittlich belaufen, drei= bis viermal so viel bei uns betragen würden. Für diesen Preis würde aber Niemand Diamanten haben wollen. Zu Zeiten, wo der Taglohn niedrig ist, beschäftigen sich im Badischen eine gewisse Anzahl Personen mit Goldwaschen aus dem Rheinsande, dessen Goldgehalt etwa 10 mal kleiner als der des goldführenden Sandes in Sibirien, und 37 mal kleiner als der des Sandes in Chili ist (Daubrée)*). So wie der Taglohn steigt, hört diese Erwerbsquelle auf Vortheile darzubieten, und sie versiecht von selbst. So gewährt die Rübenzuckerfabrikation Vortheile, die sie sehr bald nicht mehr darbieten wird, und anstatt sie durch beträchtliche Opfer zu erhalten, ist es nationalökonomisch weit vernünftiger, andere werthvollere Producte zu bauen und dafür Zucker einzutauschen. Nicht bloß der Staat, sondern wir Alle gewinnen dabei. In Frankreich und Böhmen sind die Verhältnisse in den Preisen des Zuckers und Brennmaterials ganz anders als bei uns. Es lassen sich zwischen diesen Ländern und Deutschland keine Vergleiche anstellen.

Auf einem eben so unfruchtbaren Boden steht bei uns die Fabrikation des Leuchtgases aus Harz und Oelen. Der Preis der Materialien, die zur Beleuchtung dienen, steht in England in geradem Verhältniß zu den Getreidepreisen; Talg und Oel sind nur andere Formen für Viehfutter und Grundrente. In England ist Talg und Oel um's Doppelte theurer, Eisen und Steinkohlen sind um zwei Drittel wohlfeiler als bei uns, und selbst in diesem Lande bietet die Gasfabrikation nur dann Vortheile dar, wenn sich die abdestillirten Kohlen (die Kohks) verwerthen lassen.

---

der Sclaven in den britischen Colonien hat seit dieser Zeit zur Folge gehabt, daß ein regelmäßiger Betrieb der Rohrzuckerfabrikation mit freien Negern kaum mehr möglich ist. Außer in der Zucker=Ernte, welche für die Neger mehr ein Fest als Arbeit ist, fehlt es den Pflanzern an der ihnen unentbehrlichen Arbeitskraft, sie können über die zur Bebauung der Felder nöthigen Hände weder in der Zahl noch zu rechter Zeit verfügen und es hat sich darum die Fabrikation des Rohrzuckers trotz der so günstigen klimatischen und Bodenverhältnisse in diesen Gegenden eher vermindert als dem Verbrauche entsprechend vermehrt; früher blühende und reiche Zuckerplantagen sind verödet und von den Besitzern verlassen worden, da sie selbst zu den niedrigsten Preisen nicht verwerthet werden können. Man hat auf Cuba und auch auf einigen britischen Colonien in der Einfuhr freier Arbeiter aus China und Indien eine Hülfe gesucht und die Zukunft der europäischen Zuckerfabrikation wird von dem Erfolg derselben abhängig sein, und wenn es sich herausstellen sollte, daß die Zuckerfabrikation in den tropischen Gegenden und die Sclaverei in der Praxis nicht von einander trennbar sind, so ist das Aufkommen der Rübenzuckerfabrikation in Europa für das Menschengeschlecht ein wahrer Segen gewesen.

*) Aus 320,000 Pfund Sand erhält man einen Ducaten.

Man würde es sicher als eine der größten Entdeckungen unseres Jahrhunderts betrachten, wenn es Jemandem gelungen wäre, das Steinkohlengas in einen weißen, festen, trockenen, geruchlosen Körper zu verdichten, den man auf Leuchter stecken, von einem Platz zum anderen tragen, oder in ein flüssiges, farb- und geruchloses Oel, das man in Lampen brennen könnte. Wachs, Talg und Oel sind aber brennbare Gase im Zustande von festen Körpern oder Flüssigkeiten, die uns gerade eine Menge Vortheile bieten, welche das Gaslicht nicht besitzt; in wohlconstruirten Lampen gebrannt, entwickeln sie die nämliche Lichtmenge, ihrer Verbrennung geht unter allen Umständen eine Vergasung voraus, ohne daß man, wie in den Gasfabriken, hierzu einen besonderen Apparat nöthig hat. Für gewisse Zwecke, zur Beleuchtung von großen Städten, Gasthäusern, wo man Verluste durch gestohlenen Talg oder Oel, wo man ein Capital für das Putzen der Lampen in Rechnung zu nehmen hat, compensirt sich der höhere Preis des Gaslichts; aber auch selbst dann liegt ein großer Theil des Nutzens in der Verwerthung des Kohks. Wo sie nicht abgesetzt werden können, hat man Schaden zu gewärtigen. An Orten, wie in Frankfurt a. M., wo man das Gas aus Harz, Terpentinöl und anderen wohlfeilen Oelen gewinnt, wird man so lange mit einigem Vortheil fabriciren, als diese Beleuchtungsweise in einem kleinen Maßstab betrieben wird. Würden große Städte auf diese Art mit Licht versehen, so wäre die unmittelbare Folge ein Steigen der Preise dieser Materialien; kaum würde z. B. alles Terpentinöl, das man in den Handel bringt, für zwei Städte wie Berlin und München hinreichen, und auf die gegenwärtigen Preise dieser Stoffe, deren Gewinnung an und für sich kein Gegenstand der Industrie sein kann, lassen sich keine Berechnungen gründen. Für Kurhessen stellt sich die Gasbeleuchtung aus den vortrefflichen schmalkaldischen Kohlen am vortheilhaftesten, und gerade in diesen Gegenden kennt man sie nicht. Anstatt die Kohlen in der Nähe der Gruben zu verkohken und das Leuchtgas verloren zu geben, wie es in diesem Augenblick geschieht, wäre es unstreitig vortheilhafter, die Kohlen mit dem Leuchtgas nach Kassel zu verfahren, in verschlossenen Gefäßen an Ort und Stelle zu verkohken und das Gas zur Beleuchtung zu benutzen.

Auf besserer Grundlage scheint sich für viele Orte des Continentes die Fabrikation des Leuchtgases aus Holz zu gestalten, welche durch die bewundernswürdigen Versuche Pettenkofer's neu ins Leben gerufen und man kann geradezu sagen neu entdeckt worden ist, nachdem man sie bereits vor einem halben Jahrhundert als völlig unanwendbar aufgegeben hatte.

Das Holz liefert bei der Destillation in Pettenkofer's verbesserten Apparaten ein Leuchtgas, welches von aller Kohlensäure befreit, wie aus dem Gutachten der von der bayerischen Regierung zur vergleichenden Prüfung des Holz- und Steinkohlengases niedergesetzten Commission hervorgeht, in seinem Leuchtvermögen letzteres übertrifft; es ist ganz frei von S c h w e f e l und kann deshalb in Wohnzimmern, in Magazinen von Seidenwaaren ohne allen Nachtheil für die Menschen oder die Farben

der Waaren gebrannt werden. Für die Erzeugung von 1000 Kubikfuß Gas braucht man 150 Pfd. trockenes Holz zur Destillation, 34 Pfd. Steinkohlen und 19 Pfd. Holzkohlen zum Heizen und 52 Pfd. Kalk zum Reinigen des Gases. Aus 100 Pfd. Holz erhält man 668 Kubikfuß gereinigtes Gas, 18 Pfd. Holzkohlen und 2⅓ Pfd. Holztheer, so wie 8 bis 18 Pfd. Holzessig. Man erhält, wie man sieht, in dieser Fabrikation lauter Nebenproducte, die sich eben so gut verwerthen wie das Leuchtgas selbst. In Darmstadt, Baireuth, Ulm und vielen anderen Städten des Continentes hat die Beleuchtung mit Holzgas Eingang gefunden, und es ist nicht zu bezweifeln, daß sie nach und nach überall, wo man ihre Vortheilhaftigkeit einzusehen gelernt hat, das Oel- und Harzgas und möglicher Weise auch das Steinkohlengas verdrängen werde. Für Gegenden, welche arm an den zur Gasbereitung geeigneten Steinkohlen sind und keinen Mangel an Holz haben, wie manche Theile von Rußland und Schottland, ist das Holzgas von besonderem Werthe und wird dahin allmälig seinen Weg finden.

Anstatt das Holz für sich in Oefen zu verbrennen, dient dazu die treffliche Holzkohle, und die in der Form von Gasen von dem Holze abgeschiedene Flamme benutzt man zu der glänzendsten Beleuchtung und gleichzeitig zur Heizung.

# Dreizehnter Brief.

Unsere Maschinen erzeugen bekanntlich keine Kraft, sondern sie geben nur aus, was sie an Kraft empfangen haben. Die Bewegung einer Uhr wird hervorgebracht durch ein sinkendes Gewicht, eine gespannte Feder; es ist die Kraft des menschlichen Armes, der sie aufgezogen, die Feder gespannt oder das Gewicht in die Höhe gezogen hat, welche in der Bewegung der Räder und des Pendels in 24 Stunden, in 8, in 14 Tagen wieder verbraucht wird. Ein Wasserrad setzt in einer Mühle einen oder mehrere Mühlsteine, das eines Hammerwerkes einen oder mehrere Hämmer, in Salinen und Bergwerken setzt es Pumpen, welche Wasser oder Lasten auf gewisse Höhen erheben, in den Spinnmühlen setzt es Web= und Spinnstühle, in andern Walz= und Streckwerke in Bewegung. Die Arbeit, welche das Wasserrad verrichtet, hängt in allen diesen Fällen ab von dem Druck des auf die Schaufeln fallenden Wassers; das fallende Wassergewicht setzt das Rad in Bewegung; alle Widerstände der arbeitenden Maschine können zusammengenommen nicht größer sein als der Druck der fallenden Wassermasse, durch den sie überwunden werden.

Die Leistung der Maschine ist meßbar durch diesen Druck.

Die Arbeit einer Dampfmaschine wird durch die Bewegung eines Kolbens verrichtet, welcher durch den Druck von Wasserdämpfen auf und ab bewegt wird. Der Dampf drückt auf den Kolben, gleich wie die fallende Wassermasse auf die Schaufeln des Wasserrades. Die Ursache des Drucks ist die Wärme, welche durch einen chemischen Proceß, d. h. durch Verbrennung von Brennmaterialien unter dem Dampfkessel erzeugt wird, und die das Wasser aufnimmt; durch diese Wärme wird das Wasser zu Wasserdampf und dieser empfängt durch sie die zur Bewegung des Kolbens nöthige Spannkraft; in letzter Form ist es die Wärme, welche den Druck und Hub bedingt und welche die mechanische Arbeit der Maschine verrichtet.

Eine Kraft wirkt immer durch einen Druck oder Zug; in einer arbeitenden Maschine ist die Größe der Kraft, die Arbeitskraft, stets meßbar durch die Widerstände, die dadurch überwunden werden, und alle Widerstände sind ausdrückbar durch entsprechende Gewichte, welche durch eben diese Kraft auf eine gewisse Höhe gehoben oder gezogen werden können.

Von zwei Menschen, welche an einer Pumpe arbeiten, hebt der eine in einer Minute 150 Pfd., der andere 200 Pfd. Wasser in die Höhe;

von zwei Pferden zieht das eine 20 Ctr., das andere 30 Ctr. auf demselben Wagen und demselben Wege gleich weit. Es ist klar, daß die Arbeitskraft der beiden Menschen oder der beiden Pferde im Verhältniß zu diesen beiden Zahlen steht. In der Mechanik heißt eine Pferdekraft die Wirkung eines Hubs oder Drucks, wodurch 75 Kilogr. (150 Zollpfund) in jeder Secunde einen Meter (3,426 Fuß bayr.) hoch gehoben werden, und sie drückt in dieser Weise in Pferdekräften die Arbeitskraft einer jeden Maschine aus.

Nicht alle Kraft, die wir einer Maschine mittheilen, wird zur Arbeit, d. h. zum Heben und Bewegen wirklich verwendet, ein Theil derselben wird immer durch die Reibung der Maschinen-Theile verzehrt und von zwei Maschinen, welche eine gleiche Menge Kraft empfangen haben, verrichtet die eine um so mehr Arbeit, je weniger ihr Gang durch Reibung erzeugende Hindernisse gestört und gehemmt ist. In der Mechanik wurde die Reibung stets als eine Ursache betrachtet, welche der vorhandenen Bewegung entgegenwirkt. Man glaubte, daß die Arbeitskraft einer Maschine absolut dadurch vernichtet werde.

Als der nächste Grund der Zerstörung von Bewegung war die Reibung eine handgreifliche Thatsache und konnte als solche in Rechnung genommen werden; aber in so fern man eine theoretische Vorstellung damit verknüpfte, beging man einen verhängnißvollen Irrthum; denn wenn eine Kraft völlig vernichtet werden oder ein Nichts zur Wirkung haben konnte, so war es kein Widerspruch zu glauben, daß unter Umständen aus Nichts eine Kraft erzeugbar sei. Die Möglichkeit der Erfindung einer Maschine, welche immer im Gang blieb, ohne einer äußeren Triebkraft zu bedürfen, die in sich selbst die verbrauchte Kraft stets neu wieder erzeugte, an welche die scharfsinnigsten Köpfe Jahrhunderte lang glaubten, beruhte zum Theil auf dieser irrigen Idee. Ein solches Perpetuum mobile zu bauen war wohl aller Anstrengung schon werth, denn es war wie ein Vogel, der goldne Eier legt, man konnte Arbeit damit verrichten, und ohne Geld auszugeben konnte man Geld in Fülle damit erwerben.

Eine richtigere Vorstellung über das Wesen der Naturkräfte, die wir einem Arzte Dr. Mayer in Heilbronn verdanken, und welche durch die sich daran knüpfenden Forschungen der ausgezeichnetsten Physiker und Mathematiker eine kaum geahnte Bedeutung und Wichtigkeit erlangte, brachte Licht in eine Menge bis dahin unverständlicher und unerklärbarer Vorgänge.

Kräfte, sagt Dr. Mayer, sind Ursachen und es muß auf dieselben der Grundsatz volle Anwendung finden, daß die Wirkung der Ursache entspricht und gleich der Ursache ist. Causa aequat effectum. Hat demnach eine Ursache C(ausa) eine Wirkung E(ffectum), so ist C = E. Ist die Wirkung E die Ursache einer andern Wirkung = e, so ist E = e = C. In einer solchen Kette von Ursachen und Wirkungen kann nie ein Glied oder Theil eines Gliedes zu Null = Nichts werden. Hat die gegebene Ursache C eine ihr gleiche Wirkung E hervorgebracht, so hat damit C aufgehört zu sein, eben weil es zu E geworden ist.

Da mithin C in E und dieses in e übergehen, so muß allen diesen Ursachen in Beziehung auf ihre Quantität die Eigenschaft der Unzerstörlichkeit, und hinsichtlich ihrer Qualität die Eigenschaft der Wandelbarkeit zukommen. In unzähligen Fällen sehen wir eine Bewegung aufhören, ohne daß ein Gewicht, eine Last gehoben oder ein Zug oder ein Druck hervorgebracht wird. Die Kraft, welche die Bewegung bewirkt, kann aber nicht Null werden, und es fragt sich somit, welche Form diese Kraft anzunehmen fähig ist. Die Erfahrung giebt hierüber Aufschluß. Ueberall wo durch Reibung, Schlag oder Stoß eine Bewegung vernichtet wird, tritt Wärme als Wirkung der Bewegung auf. Die Bewegung ist die Ursache der Wärme.

Zwei Metallplatten, die sich reibend berühren, erhitzen sich in dem Grade, daß sie bei einer gewissen Geschwindigkeit rothglühend werden; beim Reiben dieser Platten unter Wasser erhitzt sich das Wasser bis zum Sieden. In gleicher Weise erhitzt sich der eiserne Radschuh eines Wagens, wenn letzterer mit einer gewissen Geschwindigkeit fortbewegt wird; er wird oft so heiß, daß man ihn, ohne sich zu verbrennen, nicht berühren kann.

Beim Rundschleifen der Nähnadelspitzen wird der Stahl rothglühend, die abgeriebenen Stahltheilchen verbrennen mit Funkensprühen. Die Holzkeile, welche an die Räder der Eisenbahnwagen angepreßt werden, um sie zum Stehen zu bringen, erhitzen sich häufig in dem Grade, daß die Oberfläche mit empyreumatischem Geruch verbrennt. Beim Reiben von weißem Zucker auf einem eisernen Reibeisen schmelzen abgeriebene Theile und nehmen den Geschmack von gebranntem Zucker (Caramel) an. Durch Reibung zweier Eisstücke werden sie zum Schmelzen gebracht.

In den englischen Stahlfabriken erhitzt der Schmied eine Stahlstange von 10—12 Zoll Länge an dem einen Ende bis zum Rothglühen in der Esse, bringt sie sodann unter den Maschinenhammer und schmiedet sie zu einer dünnen Stange von eben so vielen Fußen aus, ohne — was für die Erhaltung der guten Beschaffenheit des Stahls wesentlich ist — sie wieder in's Feuer zu bringen. Jede Stelle, welche der Hammer mit seinen starken und raschen Schlägen trifft, wird an der geschlagenen Stelle rothglühend, und es scheint dem Zuschauenden die Rothglühhitze, der Stange entlang, hin und her zu laufen. Diese Rothglühhitze wird durch die Hammerschläge erzeugt, sie entspricht einer Wärmemenge, welche hinreichen würde, viele Pfunde Wasser zum Sieden zu erhitzen. Das im Feuer rothglühend gemachte Ende der Stange würde in Wasser getaucht kaum eben so viel Lothe Wasser auf die Siedetemperatur erhitzt haben.

Zwischen den Hammerschlägen (der Ursache) und der Wärme (der Wirkung) muß nach den vorangegangenen Betrachtungen ein bestimmter Zusammenhang bestehen, welchen auszumitteln die Physiker die scharfsinnigsten Versuche erdacht haben. Die erzeugte Wärme war ja nichts Anderes als die umgewandelte Arbeitskraft; war der Satz von Mayer richtig, so mußte ihr ein gleicher Wirkungswerth zukommen, man mußte mit der erzeugten Wärme eben so viel Hammerschläge hervorbringen können, als verbraucht worden waren um die Wärme zu erzeugen.

Die nähere Betrachtung des Vorgangs ergiebt nun, daß der Hammer zu seinen Schlägen gehoben werden mußte und daß seine Arbeitskraft ihm nicht eigen, sondern nur geliehen war.

Der Hammer war gehoben worden durch das Wasserrad, und das Wasserrad wurde in Bewegung gesetzt durch ein Wassergewicht, welches auf dessen Schaufeln fiel; um einen zehn Pfund schweren Hammer einen Fuß hoch zu heben, mußten nothwendiger Weise mindestens 10 Pfd. Wasser auf das Wasserrad einen Fuß hoch herabfallen; es war also eigentlich dieses fallende Wassergewicht, welches, vermittelt durch den Hammer, die Wärme hervorgebracht hatte. Durch eine andere Anordnung der Maschinentheile hätte die nämliche Kraft einen Mühlstein mit großer Geschwindigkeit um seine Achse gedreht oder zwei eiserne Scheiben durch ihre Reibung zum Glühen gebracht.

In genauen zu diesem Zwecke angestellten Versuchen hat sich nun herausgestellt, das 13,500 Hammerschläge eines zehnpfündigen Hammers, welche auf die Stange einen Fuß hoch fallen, eine Wärmemenge erzeugen, welche hinreicht, um 1 Pfd. Wasser von 0° zum Sieden, d. h. auf 100° C. zu erwärmen, oder was das Nämliche ist, daß 1350 Ctr. Wasser, welche 1 Fuß hoch fallen, 1 Pfd. Wasser zum Sieden bringen, oder 1350 Pfund Wasser, welche 1 Fuß hoch fallen, 1 Pfd. Wasser von 0° dem Gefrierpunkt auf 1° erwärmen, und daß dieselbe Wärmemenge einer Arbeitskraft entspricht, wodurch 13½ Ctr. einen Fuß hoch gehoben werden können.

Ueberall wo in irgend einer Maschine durch Reibung oder Stoß an Bewegung verloren geht, entsteht eine entsprechende Wärmemenge, und wenn durch Wärme Arbeit verrichtet wird, so verschwindet mit den gewonnenen mechanischen Wirkungen, ausgedrückt durch ein Gewicht von 13½ Ctr., welche um 1 Fuß gefallen oder auf diese Höhe gehoben worden sind, eine Wärmemenge, welche 1 Pfd. Wasser verliert, wenn es um einen Temperaturgrad erkaltet. Dieses Wärmequantum ist deshalb gleichwerthig oder ein Aequivalent jener Arbeitskraft.

Auf die mannichfaltigste Weise hat man dieses Gesetz oder diese constante Beziehung zwischen Wärme und mechanischer Bewegung bestätigt. Eine Metallstange kann durch angehängte Gewichte gestreckt, d. h. verlängert werden, und wenn eine gewisse Grenze nicht überschritten wird, so nimmt das Metall beim Abnehmen der Gewichte seine ursprüngliche Länge wieder an. Gegen die Wärme verhält sich die Metallstange wie gegen die angehängten Gewichte; sie verlängert sich beim Erwärmen und zieht sich beim Erkalten wieder zusammen; es ist klar, daß der Druck, den die Stange ausübt, wenn sie sich verlängert, gleich ist dem Zug oder der Zugkraft, wenn sie beim Erkalten sich zusammenzieht. Es hat sich nun herausgestellt, daß die Wärmemenge und die angehängte Last, welche eine gleiche Verlängerung hervorbringen, in dem nämlichen Verhältniß zu einander stehen, wie es die oben angeführten Zahlen ausdrücken; d. h. daß durch eine Wärmemenge, welche hinreicht um 1 Pfd. Wasser um einen Grad zu erwärmen, einer Eisenstange mitgetheilt, 1350 Pfd. Gewicht um einen Fuß gehoben werden können.

In dem Conservatoire des arts et métiers in Paris hat man schon vor langer Zeit eine interessante Anwendung hiervon gemacht. In diesem Gebäude, welches ein ehemaliges Kloster war, dient das Schiff der Klosterkirche, um eine Sammlung von Gegenständen der Industrie, Maschinen und Werkzeugen aufzustellen. Das Gewölbe dieser Kirche bekam der Länge nach einen Sprung, der sich jährlich vergrößerte, so daß er mehrere Zoll auseinander stand und Regen und Schnee hinein fiel. Durch Zumauern konnte die Oeffnung wohl verschlossen, aber das Weichen der Seitenmauern nicht verhindert werden. Man war nahe daran das ganze Gebäude niederzureißen, als ein Physiker folgenden Vorschlag machte, durch den es erhalten wurde: es wurden eine Anzahl starke Eisenstangen quer durch das Schiff der Kirche gezogen; das eine Ende derselben wurde in der einen Seitenwand befestigt, das andere Ende ging durch die gegenüberstehende Wand mehrere Zoll nach außen und war mit einem Schraubengewinde versehen, in welches eine große Schraubenmutter genau paßte.

Die Schraubenmutter wurde auf die äußere Wand fest aufgeschraubt, und nachdem dies geschehen, wurden die Stangen gleichzeitig mit brennendem Stroh erwärmt. Die Folge davon war, daß sich die Stange ausdehnte und verlängerte und daß jetzt die Schraube, welche vor dem Erhitzen auf der Mauer fest saß, nachdem die Stange heiß geworden war, einige Zolle davon abstand. Man schraubte jetzt die Schraube wieder fest auf die Mauer an und ließ die Stangen erkalten; beim Erkalten zogen sie sich mit ungeheurer Kraft zusammen und mit ihnen näherten sich die Seitenmauern; nach einer zweimaligen Wiederholung war der Sprung verschwunden. Das Gebäude mit den Stangen, die es zusammenhalten, steht noch.

In gleicher Weise wie die mechanische Wirkung der Wärme läßt sich die Arbeitskraft einer Maschine, welche durch den elektrischen Strom in Bewegung gesetzt wird, in Gewichten ausdrücken, die auf eine gewisse Höhe damit gehoben werden. Wir erzeugen einen elektrischen Strom durch einen rotirenden Magneten oder, wie in der galvanischen Säule, durch Auflösung von Zink. Gegen Metalldrähte verhält sich dieser Strom je nach ihrer Dicke wie ein weites oder enges Rohr gegen eine Flüssigkeit. Es gehört mehr Zeit oder ein stärkerer Druck dazu, um dieselbe Flüssigkeitsmenge durch eine enge Röhre durchfließen zu machen, als durch eine weite. In ähnlicher Weise setzt ein dünner Draht dem Durchgang der strömenden Elektricität einen stärkeren Widerstand entgegen als ein dicker. In Folge dieses Widerstandes, oder wenn man will einer Stauung, wird die Bewegung der strömenden Elektricität aufgehalten und vernichtet, nur ein Theil derselben geht durch den Stromleiter hindurch, der andere, der nicht hindurch kann, verwandelt sich in Wärme; der Draht, welcher den Strom leitet, wird heiß oder glühend und es ist, je nach der Menge der in Wärme umgesetzten Elektricität, die Temperatur so hoch, daß ein langer Platindraht geschmolzen, daß ein Golddraht geschmolzen und verflüchtigt wird. Durch einen dünnen Platindraht, den man in Form einer Spirale um eine Glasröhre windet

und mit Wasser umgiebt, kann man, wenn der Strom hindurch geht und nicht allzuschwach ist, eine beträchtliche Menge Wasser sehr bald in wallendes Sieden versetzen.

Wenn der elektrische Strom in einem schraubenförmigen Draht um ein Eisenstück circulirt, so wird dieses zu einem mächtigen Magneten, welcher viele Centner Eisen anzieht und trägt. Die elektrische Kraft setzt sich um in magnetische Kraft, durch welche eine Maschine in Bewegung gesetzt werden kann. Die Größe der Zugkraft, welche das Eisenstück durch den elektrischen Strom empfängt, steht in einem ganz bestimmten Verhältniß zu der Menge der im Stromleiter circulirenden Elektricität, und diese ist bei gleicher Zufuhr abhängig von der Beschaffenheit des Stromleiters. Derjenige Theil der Elektricität, welche in dem Stromleiter sich in Wärme umgesetzt hat, wirkt nicht mehr auf das Eisenstück, d. h. er bringt in diesem keine Zugkraft hervor. Es zeigt sich nun, daß die Menge der strömenden Elektricität, die damit erzeugte Wärme und die in Arbeitskraft umgewandelte magnetische Kraft in einem ähnlichen Verhältniß zu einander stehen, wie die durch den Druck einer fallenden Wassermasse hervorgebrachte Arbeitskraft zu der durch Reibung oder Stoß erzeugten Wärme. Dieselbe Elektricitätsmenge, welche durch Leitungswiderstände in Wärme umgewandelt die Temperatur von 1 Pfd. Wasser um 1° erhöht, bringt eine magnetische Zugkraft hervor, wodurch 13½ Ctr. einen Fuß hoch gehoben werden können.

Wenn der Metalldraht, in welchem die Elektricität circulirt, durchschnitten und die beiden Enden in ein Gefäß mit Wasser eingetaucht werden, so findet eine chemische Zersetzung des Wassers statt; das Wasser wird in Wasserstoff- und Sauerstoffgas zerlegt. Die strömende Elektricität setzt sich um in chemische Verwandtschaft und in eine Zugkraft, welche die Trennung der Elemente des Wassers bedingt; es zeigt sich hierbei keine Wärme und keine magnetische Kraft, mit der Entwickelung des Wasserstoffs und Sauerstoffs verschwinden alle Zeichen des elektrischen Stroms. Alle Wirkungen des elektrischen Stroms, sein Vermögen, Wärme oder magnetische Kraft zu erzeugen, sind scheinbar untergegangen und vernichtet worden; an ihrer Stelle haben wir zwei Gasarten, von denen die eine, der Wasserstoff, brennbar d. h. mit Sauerstoff verbindbar ist, und angezündet wieder zu Wasser verbrennt. Bei dieser Verbrennung wird Wärme erzeugt.

Genaue Versuche haben nun dargethan, daß ein elektrischer Strom von bekannter Stärke, welcher im Stromleiter in Wärme umgewandelt 1 Pfund Wasser um 1° erwärmt, zur Zersetzung von Wasser verbraucht eine Menge Wasserstoffgas liefert, mit welchem, wenn es angezündet und verbrannt wird, genau 1 Pfd. Wasser von 0° auf 1° erhitzt werden kann.

Was der elektrische Strom an Wärme und Zugkraft bei der Wasserzersetzung verloren zu haben schien, ist, so kann man sagen, in den Elementen des Wassers latent geworden. Bei ihrer Wiedervereinigung zu Wasser wird diese Wärme wieder frei, welche in Arbeitskraft übergeführt eben so viel Gewicht einen Fuß hoch gehoben hätte, als dies

durch die in magnetische Zugkraft übergeführte strömende Elektricität geschehen konnte, wäre sie nicht zur chemischen Zersetzung verwendet worden.

Der elektrische Strom ist die Folge einer chemischen Action und es kann die Menge der strömenden Elektricität gemessen werden durch die Menge des aufgelösten Zinks. Die chemische Kraft (Affinität) setzt sich bei der Auflösung des Zinks um in eine entsprechende Menge Elektricität. Diese setzt sich um in dem Stromleiter in ein Aequivalent Wärme oder in ein Aequivalent magnetische Zugkraft, oder wie in der Wasserzersetzung wieder in ein Aequivalent chemische Kraft.

Nirgends ist ein Ausfall — nirgends ein Ueberschuß. Wenn die Materie, wie die Materialisten sagen, unzerstörlich ist, so sind es die Kräfte auch; die Kraft stirbt nicht, ihre scheinbare Vernichtung, ihr Verschwinden ist nur eine Wandelung.

Wir wissen jetzt, woher die Wärme und das Licht stammen, welche unsere Wohnräume erwärmen und erhellen, woher die Wärme und die Kraft kommt, die unsere Körper im Lebensproceß erzeugt; alle Brenn- und Leuchtstoffe stammen aus derselben Quelle wie die Nahrung, welche zur Erhaltung der Lebenserscheinungen täglich genossen werden muß; sie stammen von der Pflanze. Die Elemente der Pflanze sind irdischer Natur; aus Wasser, aus der Erde, aus der Luft nimmt sie sie auf. In der Pflanze werden gewisse unorganische Verbindungen, die Kohlensäure, das Wasser und das Ammoniak zersetzt, der Kohlenstoff der Kohlensäure, der Wasserstoff des Wassers, der Stickstoff des Ammoniaks lagern sich in der Pflanze als Bestandtheil ihrer Organe ab, der Sauerstoff der Kohlensäure und des Wassers geht als Gas in die Atmosphäre zurück. Aber ohne Sonnenlicht wächst die Pflanze nicht.

Der Lebensproceß in der Pflanze stellt sich dar als der Gegensatz des chemischen Processes in der Salzbildung.

K o h l e n s a u r e s W a s s e r und Z i n k mit einander in Berührung üben eine bestimmte Wirkung auf einander aus; in Folge ihrer chemischen Verwandtschaft entsteht unter A b s c h e i d u n g v o n W a s s e r s t o f f eine weiße pulverförmige Verbindung, welche Kohlensäure, Zink und den Sauerstoff des Wassers enthält.

In der Pflanze tritt an die Stelle des Zinks der belebte Keim oder Pflanzentheil; indem er wächst, entstehen aus der Kohlensäure und dem Wasser unter A u s s c h e i d u n g von S a u e r s t o f f Verbindungen, welche Kohlenstoff und Wasserstoff oder Kohlenstoff und die Elemente des Wassers enthalten.

Aehnlich wie ein elektrischer Strom, der die natürliche Anziehung der Elemente des Wassers aufhebt und sie auseinander fallen macht, wirkt in dem Pflanzenleben das Sonnenlicht.

Ohne Sonnenlicht nimmt die Pflanze nicht an Masse zu; der belebte Keim, das grüne Blatt verdanken ihr Vermögen, die irdischen Elemente in belebte kräfteäußernde Gebilde umzuwandeln, der außerirdischen Sonne; der Keim entwickelt sich unter der Erde auch ohne Mitwirkung des Sonnenlichts, aber erst durch die Sonnenstrahlen empfängt er, wenn er die Erde durchbricht, das Vermögen, die unorganischen Nahrungsmittel

in Theile seiner selbst umzuwandeln; aber die leuchtenden und wärmenden Strahlen der Sonne, indem sie Leben verleihen, verlieren ihre Wärme, sie verlieren von ihrem Lichte, und wenn durch ihren Einfluß die Kohlensäure, das Wasser, das Ammoniak zersetzt worden sind, so ruht jetzt ihre Kraft in den im Organismus erzeugten Producten. Die Wärme, womit wir unsere Wohnräume erwärmen, ist Sonnenwärme, das Licht, womit wir sie beleuchten, ist von der Sonne geliehenes Licht.

Die Nahrung der Menschen und Thiere besteht aus zwei in ihrer Zusammensetzung von einander durchaus verschiedenen Stoffen. Die eine Classe dient zur Bildung des Blutes und zum Bau der geformten Theile des Körpers, die andern sind ähnlich dem gewöhnlichen Brennmaterial zusammengesetzt. Der Zucker, das Stärkmehl, das Gummi des Brodes können als umgewandelte Holzfaser (wie wir sie denn auch aus dem Holze darzustellen vermögen) angesehen werden. Das Fett steht in seinem Kohlengehalt der Steinkohle am nächsten. Wir heizen unsern Körper ähnlich, wie dies bei einem Ofen geschieht, mit Brennmaterialien, welche die nämlichen Elemente wie Holz und Steinkohle enthalten, die sich aber sehr wesentlich durch ihre Löslichkeit in den Säften des Körpers davon unterscheiden.

Es ist einleuchtend, daß die Nahrungsstoffe, welche die Temperatur des Körpers hervorbringen, keine mechanische Kraft erzeugen, weil die Kraft nichts Anderes als die umgewandelte Wärme ist und weil die Wärme, welche die Temperatur erhält und erhöht, nicht drückt oder zieht, sondern wärmt.

Alle in dem lebendigen Leibe vorgehenden mechanischen Wirkungen, wodurch die Bewegung der Organe und ihrer Glieder vermittelt wird, sind begleitet und abhängig von einem Wechsel in der Zusammensetzung und Beschaffenheit der höchst zusammengesetzten schwefel- und stickstoffhaltigen Bestandtheile seiner Muskeln, welche von dem Blute geliefert werden und in letzter Form von eben diesen Bestandtheilen stammen, welche der Mensch in der Nahrung genießt; indem ihre Elemente sich zu neuen und einfacheren Verbindungen ordnen, bringen sie in Folge dieses Ortswechsels oder Aenderung in ihrer Lage Bewegung hervor; die Molecularbewegung der sich umsetzenden Theile überträgt sich auf die Masse der Muskelsubstanz. Es ist klar, der Stoffwechsel ist die Quelle der mechanischen Kraft im Körper.*)

*) Um sich eine klare Vorstellung von diesem Vorgang zu machen, muß man sich an analoge Erscheinungen erinnern. Nicht nur im lebendigen Körper, sondern auch außerhalb findet ein solcher Stoffwechsel in allen schwefel- und stickhoffhaltigen Bestandtheilen der Pflanzensäfte oder des thierischen Körpers statt. In einem Stück Fleisch, wenn es in Berührung mit Wasser der Temperatur des menschlichen Körpers ausgesetzt wird, stellt sich äußerst rasch ein Auseinanderfallen seiner Bestandtheile ein (sog. Fäulniß). Wird es in Zuckerwasser gebracht, so geht dies in sogenannte Gährung über. Die Zuckeratome zerfallen ebenfalls und spalten sich in Kohlensäure- und Alkoholatome, beide zusammen enthalten die Elemente des Zuckeratoms. Diese Spaltung ist nicht

Die kraft- und wärmeerzeugenden Bestandtheile der Nahrung der Menschen und Thiere erzeugen sich in der lebenden Pflanze nur unter dem Einfluß und der Mitwirkung des Sonnenlichts; in ihnen sind die Strahlen der Sonne latent geworden, ähnlich wie die strömende Elektricität in dem durch die Wasserzersetzung erzeugten Wasserstoff.

In den Nahrungsstoffen empfängt der Mensch seinen Leib und täglich in seiner Speise eine Summe von aufgespeicherter, der Sonne entliehener Kraft und Wärme, welche wieder zum Vorschein kommen und wirksam werden, wenn sie in dem Lebensproceß andernorts wieder werden, was sie waren, wenn die belebten Gebilde wieder in ihre ursprünglichen Elemente zerfallen.

Zu dem unzerstörbaren Kraftvorrath unsers Erdkörpers kommt täglich in den Strahlen der Sonne ein Ueberschuß hinzu, welcher Leben und Bewegung erhält, und so stammt denn Alles, was besser ist in uns als das irdene Gefäß — unser Leib — von weiter her, und auch von diesem geht zuletzt kein Stäubchen je verloren.

---

die Folge einer chemischen Anziehung, sondern einer einfachen Molecularbewegung, eines Wechsels des Orts und der Elemente des Zuckeratoms, die Wirkung also einer Kraft oder eines Druckes, welcher ihre Bewegung bedingt hat. In der Gährung kennen wir keine andere Ursache als die Zersetzung eines schwefel- und stickstoffhaltigen Stoffes, und es ist offenbar die Molecularbewegung, in welcher sich dessen Atome befinden, welche die Bewegung und damit den Umsatz in dem Zuckeratome bewirkt hat. In der Gährung werden nicht die Zuckeratome, sondern die kleinsten Theilchen derselben (Molecule der Zuckeratome) in Bewegung versetzt (siehe den 20. Brief); in der Muskelbewegung wirkt dieselbe Ursache: eine Molecularbewegung setzt sich um in dem Apparate oder Maschinentheile, den wir Muskel nennen, in eine Massenbewegung; sie überträgt sich dem Muskelatome (dem anatomischen Element), nicht seinen Moleculen. Bei der Wärmeerzeugung durch Schlag und Stoß, z. B. beim Hämmern des Stahlstabs (s. S. 117) setzt sich eine Massenbewegung (des Hammers) um in eine Molecularbewegung (in Wärme) und in ganz ähnlicher Weise übt ein Körper beim Erwärmen (durch Molecularbewegung) einen Druck (Massenbewegung) auf seine Umgebung aus.

# Vierzehnter Brief.

Die Form und Beschaffenheit, in welcher die Körper dem leiblichen Auge erscheinen, die Farbe, Durchsichtigkeit, Härte ꝛc., ihre sogenannten physikalischen Eigenschaften sind lange als abhängig betrachtet worden von der Natur ihrer Elemente oder ihrer Zusammensetzung. Ein und derselbe Körper konnte vor wenigen Jahren nicht in zweierlei Zuständen gedacht werden, und es war gewissermaßen als Grundsatz angenommen worden, daß zwei Körper einerlei Eigenschaften nothwendig besitzen müssen, welche die nämlichen Elemente in einerlei Gewichtsverhältniß enthielten. Wie wäre es sonst möglich gewesen, daß die geistreichsten Philosophen die chemische Verbindung als eine Durchdringung, die Materie als unendlich theilbar sich denken und eine solche Ansicht vertheidigen konnten. Eine Durchdringung der Bestandtheile bei der Entstehung einer chemischen Verbindung setzt voraus, daß sich an einem und demselben Orte die Bestandtheile a und b befinden; ungleiche Eigenschaften bei gleicher Zusammensetzung waren hiernach nicht möglich.

Wie alle naturphilosophischen Ansichten der verflossenen Zeit, so fiel auch diese, ohne daß sich nur Jemand die Mühe nahm, sie aufrecht zu erhalten. Die Gewalt der Wahrheit, so wie sie aus der Beobachtung hervorgeht, ist unwiderstehlich. Man entdeckte in der organischen Natur eine Menge von Verbindungen, welche bei gleicher Zusammensetzung höchst ungleiche Eigenschaften besitzen; sie haben den Namen isomerische Körper erhalten. Die große Classe von flüchtigen Oelen, zu denen Terpentinöl, Citronöl, Copaivabalsamöl, Rosmarinöl, Wachholderbeeröl und andere gehören, so verschieden durch ihren Geruch, ihre medicinischen Wirkungen, ihren Siedepunkt ꝛc., enthalten einerlei Verhältniß Kohlenstoff und Wasserstoff, keines mehr von dem einen oder anderen Bestandtheile als das andere.

In welcher wunderbaren Einfachheit erscheint uns von diesem Gesichtspunkt aus die organische Natur; mit zwei gleichen Gewichten von zwei Bestandtheilen bringt sie eine außerordentliche Mannichfaltigkeit von Verbindungen der merkwürdigsten Art hervor. Man hat Körper entdeckt, die, wie der krystallisirende Bestandtheil des Rosenöls, bei gewöhnlicher Temperatur fest und flüchtig, eine gleiche Zusammensetzung haben mit dem Gas, welches in unseren Lichtflammen brennt, und noch

obendrein mit einem Dutzend von anderen Körpern, alle höchst verschieden in ihren Eigenschaften.

Diese Resultate, die in ihren weiteren Beziehungen so bedeutungsvoll sind, wurden nicht ohne genügende Beweise als Wahrheiten angenommen; einzelne Beobachtungen dieser Art waren längst bekannt, sie bewegten sich aber heimathlos in dem Gebiete der Wissenschaften herum, bis man zuletzt auf Körper kam, an denen sich schärfer noch, als durch die Analyse, Beweise für die absolute Gleichheit der Zusammensetzung bei höchst ungleichen Eigenschaften führen ließen, die man rückwärts und vorwärts willkürlich in einander überführen und verwandeln konnte. In der Cyanursäure, dem Cyansäurehydrat und Cyamelid hat man drei solcher Körper; die erstere ist im Wasser löslich, krystallisirbar, fähig mit Metalloxyden Salze zu bilden; das Cyansäurehydrat ist eine flüchtige, im höchsten Grad ätzende Flüssigkeit, die mit Wasser ohne Zersetzung nicht zusammengebracht werden kann; das Cyamelid ist eine weiße, in Wasser völlig unlösliche, porcellanartige Masse. In einem hermetisch verschlossenen Glasgefäße verwandelt sich die Cyanursäure durch den Einfluß einer höheren Temperatur in Cyansäurehydrat, und dieses geht von selbst bei gewöhnlicher Temperatur in Cyamelid über, ohne daß ein Bestandtheil austritt, oder ein Körper von außen aufgenommen wird.

Cyamelid läßt sich rückwärts in Cyanursäure oder in Cyansäurehydrat nach Belieben verwandeln. In einem ähnlichen Verhältniß stehen Aldehyd, Metaldehyd und Elaldehyd, Harnstoff und cyansaures Ammoniak zu einander, in der Art also, daß ein Körper in den anderen übergeführt werden kann, ohne daß einer seiner Bestandtheile aus- oder ein fremder eintritt.

Nur die Ansicht, daß die Materie nicht unendlich theilbar sei, daß sie aus nicht weiter spaltbaren Atomen bestehe, giebt genügende Rechenschaft über diese Erscheinungen. Bei der chemischen Verbindung durchdringen sich diese Atome nicht, sie ordnen sich in einer gewissen Weise, und von dieser Ordnung hängen ihre Eigenschaften ab. Aendern sie durch Störungen von außen ihren Platz, so verbinden sie sich in einer neuen Weise, es entsteht ein anderer Körper mit durchaus verschiedenen Eigenschaften. Ein Atom von dem einen kann mit einem Atom eines zweiten Körpers, zwei Atome können mit zwei, vier mit vier, acht mit acht Atomen eines anderen zu einem einzigen zusammengesetzten Atom zusammentreten; in allen diesen Verbindungen ist die procentische Zusammensetzung absolut gleich, und dennoch müssen die chemischen Eigenschaften verschieden sein; denn wir haben in diesem Falle zusammengesetzte Atome, von welchen das eine zwei, das andere vier, das dritte acht oder sechszehn einfache Atome enthält.

Eine Menge der schönsten Beobachtungen entwickelten sich aus diesen Entdeckungen, eine Menge Geheimnisse entschleierten sich auf die natürlichste Weise. So hat man in dem Amorphismus einen neuen Begriff gewonnen, mit dem man einen eigenthümlichen Zustand bezeichnet, welcher der Krystallisation entgegengesetzt ist. In einem krystallisirenden Medium beobachtet man eine unaufhörliche Bewegung; wie wenn die

kleinsten Theile Magnete wären, stoßen sie sich nach einer Richtung ab, nach einer anderen ziehen sie sich an und lagern sich neben einander; sie gestalten sich zu einer regelmäßigen Form, welche unter gleichen Verhältnissen sich niemals ändert. Dies geschieht aber nicht immer, wenn sie aus dem flüssigen oder Gaszustand übergehen in den Zustand eines festen Körpers. Zur Krystallbildung gehört Bewegung und Zeit. Wenn wir einen flüssigen oder gasförmigen Körper zwingen, plötzlich fest zu werden, wenn wir seinen Theilchen nicht Zeit lassen, sich in den Richtungen zu lagern, in denen ihre Anziehung (Cohäsionskraft) am stärksten ist, so werden sich keine Krystalle bilden; der festgewordene Körper wird das Licht anders brechen, eine andere Farbe, Härte und einen verschiedenen Zusammenhang haben. So kennen wir einen rothen und einen kohlschwarzen Zinnober, einen festen, harten und einen durchsichtigen, weichen, in lange Fäden ziehbaren Schwefel, das Glas im Zustande eines undurchsichtigen, milchweißen Körpers, der so hart ist, daß er am Stahl Funken giebt, und im gewöhnlichen durchsichtigen Zustande mit muscheligem Bruch.

Diese in ihren Eigenschaften so unähnlichen Zustände sind in dem einen Falle bedingt durch eine regelmäßige, in dem anderen durch eine regellose Lagerung der Atome; der eine Körper ist amorph, der andere krystallisirt.

Alles, was auf Cohäsionskraft Einfluß hat, muß die Eigenschaften der Körper bis zu einem gewissen Grad ändern. In der Kälte krystallisirter kohlensaurer Kalk besitzt die Krystallform, die Härte und das Lichtbrechungsvermögen des Kalkspaths; in der Wärme krystallisirt, besitzt er die Form und Eigenschaften des Arragonits.

Der Isomorphismus zuletzt, die Gleichheit der Form vieler chemischen Verbindungen bei einer ähnlichen Zusammensetzung, Alles scheint darauf hinzuweisen, daß die Materie aus Atomen bestehe, deren Anordnung oder Lagerung die Eigenschaften der Körper bedingt.

Eisen und Mangan, Kobalt und Nickel, Platin und Iridium kommen beinahe immer mit einander in denselben Mineralien vor, sie haben eine Menge Eigenschaften mit einander gemein und besitzen ganz dasselbe Atomgewicht. Die Atomgewichte des Chlors und Jods zusammenaddirt und dividirt durch 2, geben sehr nahe das Atomgewicht des Broms, was in Beziehung auf seine physikalischen und chemischen Eigenschaften zwischen beiden steht; in gleicher Weise erhält man in der Mittelzahl der Atomgewichte von Kalium und Lithium sehr nahe das Atomgewicht des Natriums.

Wir kennen zweifache Zustände beim Phosphor, der als ein einfacher Körper angesehen wird, und beim Cyan, welches, obwohl zusammengesetzt, alle Eigenschaften eines einfachen Körpers besitzt.

Erhält man Phosphor eine Zeitlang beim Luftabschluß seinem Siedepunkt nahe, so tritt eine wahre Gerinnung und damit eine Umwandlung seiner hervorstechendsten Eigenschaften ein. Im gewöhnlichen Zustande farblos, leicht schmelzbar, leicht verbrennlich, im Dunkeln leuchtend und von selbst zu einer zerfließlichen Säure verbrennend, wird

er bei 240 bis 250 Grad fest, braunroth, er verliert seine Leichtverbrennlichkeit und ist unveränderlich an feuchter Luft; der gewöhnliche Phosphor löst sich beinahe in jedem Verhältniß in Schwefelkohlenstoff auf, der veränderte wird davon nicht aufgelöst; der gewöhnliche Phosphor ist sehr giftig, der veränderte hat in denselben Dosen keine Wirkung auf den thierischen Organismus, wie Versuche an Hunden dargethan haben. Man bemerkt leicht, daß, wenn man unter Phosphor sich einen Inbegriff von gewissen Eigenschaften denkt, der veränderte Phosphor diesen Namen nicht mehr tragen dürfte, wäre es nicht möglich, diesem rückwärts alle verlorenen Eigenschaften wieder zu geben und die neu gewonnenen wieder verschwinden zu machen; bei einer schwachen Glühhitze verwandelt sich der veränderte Phosphor wieder in gewöhnlichen Phosphor.

Eine ähnliche Umwandlung kennen wir beim Cyan; es ist bei gewöhnlicher Temperatur ein farbloses, leicht entzündliches, mit rother Flamme brennendes Gas, welches bei starker Kälte tropfbar-flüssig wird; bei der Darstellung des Cyangases aus Quecksilbercyanid, aus welchem man es durch Einwirkung einer hohen Temperatur erhält, verwandelt sich ein Theil des freiwerdenden Cyans in einen dunkelbraunen, festen, sehr schwer verbrennlichen Körper, der in starker Glühhitze sich wieder in gewöhnliches Cyangas verwandelt.

In ähnlicher Weise wird flüssiges Chloral bei gewöhnlicher Temperatur fest, weiß und porcellanartig und kann in höherer Temperatur wieder in gewöhnliches Chloral zurückverwandelt werden. Das farblose, höchst flüchtige, flüssige, mit Aether und Alkohol mischbare Styrol wird durch den Einfluß der Wärme fest, durchsichtig wie Glas, unlöslich in Alkohol und sehr schwer löslich in Aether. Einem höheren Hitzgrade ausgesetzt, verwandelt es sich wieder in flüchtiges, flüssiges Styrol.

In seinem Verhalten gegen die Wärme ist der Phosphor den eben erwähnten vollkommen ähnlich. Was ist der Grund dieser Umwandlungen in den Eigenschaften des Körpers? Welchen räthselhaften Antheil nimmt daran die Wärme? Wir haben uns die Verschiedenheiten in den physikalischen Eigenschaften einfacher und zusammengesetzter Körper durch eine verschiedene Lagerung ihrer Elementartheile oder Bestandtheile, die Ungleichheit ihrer physikalischen und chemischen Eigenschaften bei gleich zusammengesetzten Körpern durch eine ungleiche Anordnung der Elementartheile ihrer Bestandtheile erklärt, und diese Ansicht mag bei vielen richtig sein; wie ist es aber beim Phosphor, der in zwei verschiedenen Zuständen ganz verschiedene chemische, physikalische und physiologische Eigenschaften besitzt und der als ein einfacher Körper angesehen werden muß?

# Fünfzehnter Brief.

Wir erklären uns die Verschiedenheit in den Eigenschaften gleichzusammengesetzter (sog. isomerer) Körper durch eine verschiedene Anordnung oder Anzahl der Atome ihrer Bestandtheile, und diese Ansicht ist bei vielen unbezweifelbar richtig, aber diese Erklärung paßt nicht auf den Phosphor, auf das Selen und viele andere Körper, die als einfache gelten; der weiße ist von dem rothen Phosphor nicht weniger verschieden in seinen physikalischen, physiologischen und chemischen Eigenschaften als das Cyansäurehydrat vom Cyamelid, und wenn wir uns denken wollten, daß der Grund der Verschiedenheit dieser Körper auf einer ähnlichen Ursache beruhe, so müßte der Phosphor als ein zusammengesetzter Körper angenommen werden, von dessen Bestandtheilen wir nichts wissen.

Ein solches Verfahren ist in der Wissenschaft nicht zulässig; denn wir schaffen uns in diesem Fall eine Hypothese, die keinen anderen Grund für sich hat als die Erscheinungen, welche erklärt werden sollen.

Man hat die verschiedenen Zustände, in welchen die einfachen Körper ungleiche Eigenschaften besitzen, mit „allotropisch" bezeichnet, allein das Wort Allotropie (von ἀλλότροπος von ungleicher Beschaffenheit) ist eben nur ein Wort und erklärt diese Zustände nicht. Unsere gewöhnlichen Erklärungen über diese merkwürdigen Zustände haben durch die Entdeckung des ozonisirten Sauerstoffs von Schönbein allen Boden verloren, und es hat das Bestehen desselben uns wieder zum Bewußtsein gebracht, wie wenig wir über die Natur der Materie und den Grund ihrer Eigenschaften wissen. Das gewöhnliche und das ozonisirte Sauerstoffgas stehen in ihren Eigenschaften eben so weit auseinander als Sauerstoffgas und Chlorgas.

Das gewöhnliche Sauerstoffgas, so wie wir es in der Luft kennen, hat bei gewöhnlicher Temperatur weniger Verwandtschaft zu den Metallen als Jod, es zersetzt die Jodmetalle nicht und verbindet sich nicht mit Jod; es oxydirt nicht das Silber, es wirkt nicht auf Alkohol, und zerstört nicht stinkende gasförmige Stoffe, es oxydirt für sich nicht das Ammoniak und nicht den Stickstoff.

Der ozonisirte Sauerstoff zersetzt die Jodmetalle und scheidet das Jod aus; ist er im Ueberschusse vorhanden, so verbindet er sich mit dem Jod unmittelbar zu einem Oxyde — er oxydirt das Silber und verwandelt es in Hyperoxyd; in ähnlicher Weise verhält er sich zu

vielen anderen Metallen, welche mit Ausnahme des Goldes und Platins in Oxyde oder Hyperoxyde verwandelt werden — die niederen Oxydationsstufen des Schwefels — Phosphors — Stickstoffs ꝛc. werden in höhere verwandelt, die Wasserstoffverbindungen des Jods, Schwefels werden unter Ausscheidung von Jod und Schwefel zersetzt, das Ammoniak in Salpetersäure und Wasser — der Stickstoff bei Gegenwart von Kalk ebenfalls in Salpetersäure verwandelt — stinkende Miasmen und organische Pigmente, selbst Indigo werden dadurch zerstört — Weingeist in Aldehyd — Essigsäure und Ameisensäure — verwandelt; dies sind Wirkungen der energischsten Art, welche dem gewöhnlichen Sauerstoff nur in höheren Temperaturen, oder unter Mitwirkung anderer Körper zukommen; das an sich passive Sauerstoffgas wird unter diesen Umständen activ wie das ozonisirte, allein das letztere trägt die activen Eigenschaften an sich selbst, in seinen Moleculen.

Die nächste Veranlassung zur Entdeckung dieser merkwürdigen Umwandlung des Sauerstoffs durch Schönbein boten einige Erscheinungen dar, welche die Luft zeigt, durch die man eine Anzahl elektrischer Funken schlagen läßt; sie nimmt dadurch einen eigenthümlichen Geruch an, den Physikern bekannt unter dem Namen des elektrischen Geruches. Dieser Geruch rührt von ozonisirtem Sauerstoff her, welcher sich unter diesen Umständen bildet; auch bei der Wasserzersetzung durch den galvanischen Strom wird ein Theil des Sauerstoffs in ozonisirten übergeführt.

Es ist erwähnt worden, daß der ozonisirte Sauerstoff Jodmetalle zersetzt, aus Jodkalium z. B. das Jod ausscheidet; das Jod bildet bekanntlich mit Stärkmehl oder Stärkmehlkleister eine indigblaue Verbindung. Wenn man nun Stärkmehlkleister mit etwas Jodkalium vermischt, und poröses Fließpapier damit bestreicht und trocknen läßt, so hat man in diesem Papier ein höchst empfindliches Entdeckungsmittel des ozonisirten Sauerstoffes.

Läßt man aus einem Conductor Elektricität in atmosphärische Luft ausströmen, so färbt sich in dieser Luft das eben erwähnte Reagenspapier in wenigen Augenblicken indigblau; es entsteht ozonisirter Sauerstoff, der aus dem Jodkalium im Papier das Jod in Freiheit setzt, welches sich mit dem Stärkmehl zu blauem Jodstärkmehl verbindet.

Dieselbe Wirkung auf dieses Papier besitzt der durch Elektrolyse der Wassers gewonnene Sauerstoff.

Schönbein fand, daß auch durch gewisse chemische Actionen der Sauerstoff der Luft in ozonisirten überführbar ist.

Legt man in eine große Glasflasche ein Stück Phosphor und gießt so viel Wasser hinein, daß das Phosphorstück etwa zur Hälfte damit bedeckt ist und läßt die Flasche leicht verschlossen bei 16—20° C. einige Stunden lang stehen, so tritt die Ozonisirung des Sauerstoffs ein; sehr bald nimmt man den eigenthümlichen (etwas knoblauchartigen) Geruch des ozonisirten Sauerstoffs wahr und beim Einbringen eines Streifens Jodstärkmehlpapier in die Flasche färbt sich dieses tief schwarzblau.

Bemerkenswerth ist, daß die Sauerstofftheilchen, um ozonisirt zu werden, sich in einer gewissen Entfernung von einander befinden müssen; in reinem Sauerstoffgas tritt bei gewöhnlicher Temperatur keine Ozonisirung ein, leicht hingegen in durch die Luftpumpe verdünntem, oder wenn er wie in der Luft mit 4/5 Stickgas oder mit eben so viel Wasserstoffgas gemischt ist. Entfernt man den Phosphor aus der Flasche und schüttelt die darin enthaltene Luft wiederholt mit Wasser, so verliert sich allmälig der die Flasche erfüllende weiße Rauch der Phosphorsäure, ohne daß sich das ozonisirte Sauerstoffgas im Wasser löst und man kann jetzt in dieser Luft alle Eigenthümlichkeiten desselben studiren. Hängt man in die Flasche einen Streifen feingeschlagenes Silber (sog. Silberschaum) ein, so färbt sich dieses sehr bald dunkelbraun, indem das Metall zu Hyperoxyd oxydirt wird.

Ein Stück Glas oder Porcellan mit einem schwachen metallisch glänzenden Anflug von Arsenik wird darin augenblicklich weiß durch Bildung von einem Oxyde des Arseniks; mit schwarzem Schwefelblei überzogenes Papier wird weiß durch Bildung von schwefelsaurem Bleioxyd; mit schwefelsaurem Manganoxydul getränktes Papier wird braun durch Bildung von Mangansuperoxyd; blaue Indigtinctur mit der Luft in der Flasche geschüttelt wird entfärbt; Kalkwasser geht in salpetersauren Kalk über, ein Stück übelriechendes Fleisch verliert in dieser Flasche seinen Geruch; die Dämpfe von Weingeist, Aether, Terpentinöl und andere ätherische Oele, Kohlenwasserstoffe, schweflige Säure entziehen der Luft den ozonisirten Sauerstoff, indem sie sich damit verbinden.

Wenn Weingeist in einem Näpfchen in eine Flasche eingehängt wird, auf deren Boden sich ein Stück halb mit Wasser bedeckter Phosphor befindet, so verwandelt sich der Weingeist nach wenigen Tagen in Ameisensäure. Ammoniakgas wird zu salpetrigsaurem oder salpetersaurem Ammoniak oxydirt.

Beim Einathmen reizt die ozonisirte Luft zum Husten und bei längerer Einwirkung verursacht sie eine Entzündung der Schleimhäute. Kleine Thiere sterben in solcher Luft, ein Kaninchen unter Symptomen die denen gleichen, welche Chlorgas beim Einathmen hervorbringt, und es scheint aus einer Berechnung hervorzugehen, welche Schönbein angestellt hat, daß schon 2 Milligramm (1/33 Gran) hinreichen, um ein Kaninchen zu tödten.

Der ozonisirte Sauerstoff kann in gewöhnlichen zurückgeführt werden durch den Einfluß der Wärme.

Leitet man ozonisirtes Sauerstoffgas durch eine enge schwachglühende Glasröhre, so werden die eben beschriebenen Eigenschaften augenblicklich vernichtet; die Luft, welche durch die heiße Glasröhre strömte, unterscheidet sich in keiner ihrer Eigenschaften mehr von gewöhnlicher Luft.

Die Eigenschaft, welche der Phosphor besitzt, im Momente seiner Oxydation den Sauerstoff der Luft in ozonisirten zu verwandeln, gehört diesem Körper nicht eigenthümlich an.

Eine große Anzahl von Materien, welche wie der Phosphor in feuchter Luft bei gewöhnlicher Temperatur sich oxydiren, theilen auch

sein Ozonisirungsvermögen, z. B. Bittermandelöl, schweflige Säure, Terpentinöl, Stibäthyl; dies sind, wie man sieht, Materien von der verschiedensten Art und Zusammensetzung, welche alle nur die Eigenschaft gemein haben, bei gewöhnlicher Temperatur wie der Phosphor Sauerstoff aufzunehmen oder zu verwesen.

Hängt man Papierstreifen, welche mit einer Manganoxydulsalzlösung befeuchtet oder mit Indigtinctur blaugefärbte Leinwandstreifen in Luft, in welcher sich Dämpfe von Bittermandelöl oder etwas gasförmige schweflige Säure befindet, so wird das Papier braun von gebildetem Hyperoxyd, die blaue Leinwand wird gebleicht, der Indigo dauernd zerstört.

Die schweflige Säure, vermöge ihrer Verwandtschaft zum Sauerstoff, entzieht vielen Oxyden den Sauerstoff; Quecksilberoxydul wird dadurch zu Metall, Eisenoxyd zu Eisenoxydul, Salpetersäure zu salpetriger Säure oder zu Stickoxydgas und es gehört ohnstreitig zu den seltsamsten Erscheinungen, daß eben diese Säure mit Sauerstoff und einer dritten Substanz in Berührung, welche ebenfalls Verwandtschaft zum Sauerstoff besitzt, wie ein mächtiges Oxydationsmittel sich verhält; sie bewirkt, während sie selbst in Schwefelsäure übergeht, daß der daneben befindliche Körper sich ebenfalls oxydirt und dies geschieht, indem sie den Sauerstoff in ozonisirten Sauerstoff verwandelt.

Die Arbeiten Schönbein's in diesem Gebiete haben uns mit der merkwürdigen Thatsache bekannt gemacht, daß in den Oxydationsprocessen bei gewöhnlicher Temperatur, die man zum Unterschiede von denen, welche bei höherer Temperatur vor sich gehen, als Verwesungsprocesse bezeichnet, ehe der Sauerstoff eine Verbindung mit den einzelnen Moleculen bildet, in welchen er seine Eigenschaften einbüßt, ehe er also ein Bestandtheil eines Moleculs wird, daß er zunächst sich mit der ganzen Masse aller Moleculen verbindet, in der Art, daß mit diesen vereinigt seine Eigenschaften bis zur Ozonisirung erregt und gesteigert werden. Phosphorstangen auf einem Trichter, der auf einem Glasgefäße ruht, auf dessen Boden sich Wasser befindet, zerfließen nach und nach völlig, indem sie langsam verbrennen; das Wasser in dem Glasgefäß wird von gebildeter Phosphorsäure und namentlich von phosphoriger Säure sehr sauer; da die phosphorige Säure eine sehr ausgezeichnete Anziehung zum Sauerstoff besitzt, so sollte man denken, daß sie mit ozonisirtem Sauerstoff in Berührung augenblicklich damit in Phosphorsäure übergehen müßte.

Allein die durch Zerfließen des Phosphors in der angegebenen Weise erhaltene saure Flüssigkeit enthält eine so große Menge ozonisirten Sauerstoff, daß sie mit einer Jodkalium-Lösung und Stärkmehlkleister vermischt augenblicklich durch Ausscheidung von Jod eine blauschwarze Mischung wie Dinte bildet. In ähnlicher Weise verhält sich das Bittermandelöl und ganz besonders das Terpentinöl.

Schüttelt man einige Tropfen dieser beiden Oele mit etwas Jodstärkmehlkleister und Luft, so wird die Mischung nach wenigen Minuten durch gebildetes Jodstärkmehl blau.

Mit Luft geschütteltes Terpentinöl nimmt bis zu 2 pCt. Sauerstoff

in der Form von ozonisirtem Sauerstoff in sich auf und wird dadurch zu einem mächtigen Oxydationsmittel.

Man kann sich kaum etwas Sonderbareres denken, als daß ein Stoff wie Terpentinöl, welcher nur aus Kohlenstoff und Wasserstoff besteht, vermöge dieser Eigenthümlichkeit Sauerstoff zu ozonisiren, ganz die Eigenschaften des Chlors annimmt; schweflige Säure in Berührung damit wird dadurch in Schwefelsäure übergeführt; Indigtinctur damit geschüttelt wird dadurch sogleich zerstört, ganz wie durch Chlorwasser.

Was in diesen Erscheinungen die Aufmerksamkeit fesselt ist der Umstand, daß viele derselben nur im Tageslichte oder Sonnenlichte vor sich gehen; im Dunkeln treten sie nicht oder nur langsam ein.

Die phosphorige Säure, das Bittermandelöl, das Terpentinöl besitzen die oben beschriebenen Eigenthümlichkeiten nur vorübergehend; nach mehreren Stunden oder Tagen, im Dunkel sowohl wie im Tageslichte, im letzteren nur schneller, verlieren sie ihre oxydirenden Wirkungen gänzlich, die phosphorige Säure ist dann in Phosphorsäure, das Bittermandelöl in Benzoesäure, das Terpentinöl in einen harzartigen Körper übergegangen.

Von dem metallischen Platin, von welchem man weiß, daß es Sauerstoffgas an seiner Oberfläche verdichtet und in den eigenthümlichen Zustand versetzt, in welchem es sich bei Gegenwart von Wasserstoffgas bei gewöhnlicher Temperatur zu Wasser mit schwefliger Säure zu rauchender Schwefelsäure verbindet, kann man mit einiger Wahrscheinlichkeit voraussagen, daß es den Sauerstoff ebenfalls in ozonisirten überführt, mit dem Unterschiede jedoch, daß derselbe stärker von dem Metall gebunden ist, als in den genannten Flüssigkeiten; für sich ist der ozonisirte Sauerstoff nicht oder kaum im Wasser löslich; es erklärt sich vielleicht hieraus der überraschende und leicht anzustellende Versuch der Ueberführung des Ammoniakgases in salpetrigsaures Ammoniak.

Führt man nämlich in eine mit Luft erfüllte Flasche, in die man einige Tropfen kaustisches Ammoniak gegossen und damit geschüttelt hat, einen schwach (nicht sichtbar) glühenden spiralförmig gewundenen Platindraht, so bilden sich in wenigen Augenblicken weiße Nebel von salpetrigsaurem Ammoniak, welche die Flasche trüb und undurchsichtig machen; gießt man jetzt in die Flasche etwas verdünnte Schwefelsäure und mit Jodkaliumlösung versetzten Stärkmehlkleister, so färbt sich dieser in Folge der Wirkung der durch Oxydation des Ammoniaks gebildeten salpetrigen Säure auf das Jodkalium augenblicklich indigblau.

Eine Erklärung dieser merkwürdigen Umwandlung in den Eigenschaften des Sauerstoffs kann auf dem gegenwärtigen Standpunkt der Wissenschaft noch nicht versucht werden, allein die Thatsache steht fest, daß nicht nur zusammengesetzte Stoffe, welche die nämlichen Elemente in gleichen Gewichtsverhältnissen enthalten, ihren Eigenschaften nach als zweierlei Materien erscheinen können, sondern auch Körper von denen wir, wie beim Sauerstoff, nicht den entferntesten Grund haben sie für zusammengesetzt zu halten.

Der Sauerstoff, der Phosphor, so wie viele andere Körper, die für

einfach gelten, haben für uns doppelte Gesichter; in ihren verschiedenen Zuständen sind sie chemisch und physikalisch grundverschiedene Dinge. Wir nehmen an, daß die Wirkung, welche ein Körper auf unsere Sinne ausübt, wodurch er sich als das Ding giebt was es ist und sich von anderen unterscheidet, von Kräften herrühre, und man kann hier wohl fragen, ob diese Kräfte quantitativ einer Veränderung fähig oder qualitativ verwandelbar sind?

Während alle chemischen und die meisten physikalischen Eigenschaften eines Körpers, wie wir vom Sauerstoff und Phosphor wissen, wandelbar sind, ist, worauf Faraday aufmerksam gemacht hat, nur eine einzige keines Wechsels fähig und dies ist das Gewicht, welches ein Körper besitzt; welche Veränderungen auch mit einem Körper vorgehen mögen, in allen Formen und Verbindungen trägt das Molecul sein Gewicht mit sich; die Schwerkraft ist die einzige Naturkraft, welche von der Materie untrennbar und unveränderlich gedacht werden muß. Wäre sie verwandelbar, so würde der Chemiker und Physiker die Möglichkeit vor sich sehen, die Atome des Erdballs in den Weltraum zerfließen zu machen. In welch einer seltsamen Lage befindet sich durch diese Thatsachen die gegenwärtige Wissenschaft den alten Philosophen und der Alchemie gegenüber. Die ersteren lehrten, daß die Eigenschaften der körperlichen Dinge wandelbar seien und die Alchemisten glaubten, daß alle Metalle eine Grundeigenschaft gemein hätten, und daß eines in das andere verwandelt, eines aus dem anderen erzeugt werden könne, und wir beweisen, daß zwei Dinge unter Umständen nur ein Ding ist und dies eine Ding sich in das andere vorwärts und rückwärts verwandeln läßt.

Wenn wir die Erzeugung des ozonisirten Sauerstoffs auf dem chemischen Wege näher betrachten, so ist es sicher, daß in feuchter Luft die Sauerstofftheilchen, welche Phosphor berühren, an den Berührungsstellen sich mit dem Phosphor zu einem Oxyde verbinden und es ist eben so gewiß, daß diejenigen Sauerstofftheilchen, welche phosphorige oder Phosphorsäure bilden, nicht ozonisirt werden, sondern diese Umwandlung trifft andere Sauerstofftheilchen, die den Phosphor nicht berühren.

Es scheint offenbar zu sein, daß die Sauerstofftheilchen, die mit dem Phosphor eine Verbindung eingehen, in dem Augenblick wo dies geschieht, in einen besonderen Zustand (einer Molecular-Bewegung) versetzt werden, in welchem sie wie ein mit Elektricität beladener Körper durch Induction auf die umgebenden Materien eine Wirkung ausüben, die sich in dem vorliegenden Fall auf die zunächst liegenden Sauerstofftheilchen erstreckt, wodurch diese in den Zustand des ozonisirten Sauerstoffs versetzt werden. In dem Eigenschaftswechsel der Sauerstofftheilchen, welche zu einem Oxyde des Phosphors werden, ist offenbar der Grund zu suchen, daß andere daneben liegende Sauerstofftheilchen eine Aenderung in ihren Eigenschaften erleiden. Das Verhalten des Bittermandelöls, Terpentinöls, der schwefligen Säure und vieler anderer ihrer Natur nach weit auseinander stehender Körper beweist es, daß es der Act der chemischen Thätigkeit ist, wodurch die Ozonisirung bewirkt wird, aber die Verschiedenheit der Wirkung der chemischen Kraft und der elektrischen

Kraft ist augenfällig. Während der durch Induction hervorgerufene elektrische Zustand sich mit der Ursache verliert, die denselben hervorgebracht hat, ist der durch die Wirkung der chemischen Thätigkeit erregte Wechsel in den Eigenschaften der Sauerstofftheilchen, indem sie ozonisirt werden, dauernd; durch eine neue Molecularbewegung, welche die Wärme in dem ozonisirten Sauerstoff hervorbringt, wird dieser wieder zu dem gewöhnlichen, der unstreitig mit Phosphor zusammengebracht, wieder in ozonisirten überzugehen vermag.

Die Betrachtungen, welche Brodie über den Zustand mitgetheilt hat, in welchem sich gewisse Elemente in dem Augenblick chemischer Thätigkeit befinden, verdienen hier erwähnt zu werden.

„Wenn sich zwei Partikel chemisch vereinigen, so befinden sie sich „in einer gewissen chemischen Beziehung zu einander, welche durch „„positiv““ und „„negativ““ bezeichnet wird — die Verschiedenheit „der Zustände der auf einander wirkenden Partikel nennt Brodie die „„chemische Differenz.““ — Bei dem Eintreten chemischer Verbindung „zwischen den Partikeln, aus welchen zwei oder mehrere Substanzen „bestehen, existirt eine chemische Differenz zwischen den Partikeln einer „jeden Substanz, so daß die Partikel einer und derselben Substanz sich „unter einander positiv und negativ verhalten.

„Die chemische Beziehung zwischen irgend je zwei Partikeln dieser „Substanz ist bedingt durch die chemische Beziehung zu allen anderen „Partikeln, mit welchen sich jene zur Zeit zusammen befinden; Substanzen, deren Partikeln sich zu einander in dieser eigenthümlichen Beziehung befinden, nennt Brodie „„chemisch polare““. Hiernach würden sich zwei Stoffe nur dann mit einander verbinden, d. h. gegenseitige Anziehung äußern, wenn sie im chemisch polaren Zustande sich befinden. Silber oxydirt sich in der Luft und im gewöhnlichen Sauerstoff nicht, weil Sauerstoff und Silber bei Berührung nicht polar werden. In dem Chlorsilber ist das Silber chemisch positiv, das Chlor chemisch negativ, in dem Kaliumoxyd ist das Kalium chemisch positiv, der Sauerstoff chemisch negativ; wenn beide — Chlorsilber und Kali — zusammen kommen, so entsteht Silberoxyd.

$$\left.\begin{matrix}\overset{-}{Cl} & \overset{+}{Ag}\\ \overset{+}{K} & \overset{-}{O}\end{matrix}\right\} = \begin{matrix}\overset{-}{Cl} & \overset{+}{K}\\ \overset{+}{Ag} & \overset{-}{O}\end{matrix}$$

Kupfer und Chlor verbinden sich beide mit Wasserstoff; die beiden ersteren sind ihrer chemischen Natur nach entgegengesetzt; der Wasserstoff ist nach Brodie im Chlorwasserstoff chemisch positiv, in der Kupferverbindung chemisch negativ. Wenn nun Chlorwasserstoff und Kupferwasserstoff (nach Wurtz) zusammen kommen, so entsteht Kupferchlorid und freier Wasserstoff in folgender Weise.

$$\left.\begin{matrix}\overset{-}{Cl} & \overset{+}{H}\\ \overset{+}{Cu_2} & \overset{-}{H}\end{matrix}\right\} = \overset{-}{Cl}\ \ \overset{+}{Cu_2} + \overset{+}{H}\ \ \overset{-}{H} = \begin{matrix}O\\ H\end{matrix}$$

Wenn man nach dieser Ansicht die Vorgänge der Verbrennung betrachtet, so werden nach Brodie Phosphor und Sauerstoff, Bittermandelöl und Sauerstoff ꝛc. im Moment der Berührung entgegengesetzt chemisch polar und der ozonisirte Sauerstoff könnte ein Rest des differenzirten Sauerstoffs sein, der mit dem Phosphor sich verbunden hat. Das gewöhnliche Sauerstoffgas würde hiernach ein mittleres sein, bestehend aus chemisch positiven und negativen Sauerstofftheilchen. Der weiße Phosphor könnte chemisch polarer, und der rothe könnte Phosphor (+ P und — P) im indifferenten Zustande sein.

Ich halte es nicht für angemessen diesen Anwendungen von Brodie's Theorie eine größere Ausdehnung zu geben, da man sogleich auf Schwierigkeiten in der Erklärung stößt, die sich nur durch weitere Hypothesen lösen lassen; allein unsere gewöhnlichen Vorstellungen über die chemischen Kräfte sind so wenig entwickelt und unvollkommen, daß eine jede erweiternde Ansicht, auch wenn sie nur einige Fälle für sich hat, Berücksichtigung verdient.

Vor Allem dürfte in den Erscheinungen, welche der ozonisirte Sauerstoff in seiner Bildung und seinem Verhalten darbietet, die räthselhafte Wirkung des Lichtes und der Wärme ins Auge gefaßt werden und so lange wir den Antheil, den das Licht in seiner Erzeugung und die Wärme in seiner Umwandlung besitzt, nicht näher zu bezeichnen vermögen, dürfte an eine Theorie dieser Erscheinungen kaum zu denken sein.

# Sechszehnter Brief.

Weder die Wärme, noch die elektrische Kraft, noch die Lebenskraft sind vermögend, die Theilchen zweier ungleichartigen Materien in eine Gruppe zusammenhängend zu machen, zu einer Verbindung zu vereinigen; dies vermag nur die chemische Kraft.

Ueberall in der organischen Natur, in allen Verbindungen, welche in dem lebendigen Thier- und Pflanzenorganismus erzeugt werden, begegnen wir den nämlichen Gesetzen, beobachten wir die nämlichen festen und unveränderlichen Verbindungsverhältnisse, wie in der anorganischen.

Die Gehirn-, die Muskelsubstanz, die Bestandtheile des Blutes, der Milch, der Galle &c. sind zusammengesetzte Atome, deren Bildung und Bestehen auf der zwischen ihren kleinsten Theilchen thätigen Verwandtschaft beruht. Es ist die Verwandtschaft und keine andere Kraft, welche ihr Zusammentreten bewirkt; von dem lebendigen Körper getrennt, dem Einfluß der Lebenskraft*) entzogen, sind es die chemischen Kräfte allein, welche ihr ferneres Bestehen bedingen; von ihnen hängt, je nach ihrer Richtung und Stärke, die Größe oder Schwäche des Widerstandes ab, den sie äußeren Ursachen der Störung, äußeren Kräften, welche die chemische Anziehung aufzuheben streben, entgegensetzen. Aber Licht, Wärme, Lebenskraft, die Schwerkraft üben einen ganz entscheidenden Einfluß auf die Anzahl der einfachen Atome, die zu einem zusammengesetzten Atome sich vereinigen, und auf die Art und Weise ihrer Lagerung aus; sie bedingen die Form, die Eigenschaften, die Eigenthümlichkeit der Verbindungen, eben weil ihnen die Fähigkeit zukommt,

*) Das Wort Lebenskraft bezeichnet in dem gegenwärtigen Zustande der Wissenschaft keine Kraft für sich, wie man sich etwa die Elektricität, den Magnetismus denken kann, sondern es ist ein Collectivname, welcher alle die Ursachen in sich begreift, von denen die vitalen Eigenschaften abhängig sind. In diesem Sinne ist der Name Lebenskraft eben so richtig und gerechtfertigt, wie der Name und Begriff des Wortes Verwandtschaftskraft, womit man die Ursachen der chemischen Erscheinungen bezeichnet, von der wir aber nicht im Geringsten mehr wissen, als von der Ursache oder den Ursachen, welche die vitalen Erscheinungen bedingen.

ruhenden Atomen Bewegung mitzutheilen und durch Widerstand Bewegungen zu vernichten.

Licht, Wärme, Lebenskraft, die elektrische, die magnetische Kraft, die Schwerkraft äußern sich als Kräfte der Bewegung und des Widerstandes und ändern als solche die Richtung und Stärke der chemischen Kraft, sie sind fähig sie zu erhöhen, zu vermindern oder zu vernichten.

Die bloße mechanische Bewegung reicht hin, um der Cohäsionskraft krystallisirender Körper eine bestimmte Richtung zu geben, und die der Verwandtschaft in chemischen Verbindungen zu ändern. Wir können Wasser in völliger Ruhe weit unterhalb den Gefrierpunkt erkälten, ohne daß es krystallisirt; die Berührung mit der Spitze einer Nadel reicht in diesem Zustande hin, um es durch die ganze Masse in einem Augenblick zu Eis erstarren zu machen. Um Krystalle zu bilden, müssen die kleinsten Theilchen sich in Bewegung befinden, sie müssen ihren Ort, ihre Lage wechseln, um sich in den Richtungen ihrer stärksten Anziehung lagern zu können. Eine Menge in der Wärme gesättigter Salzauflösungen setzen beim Erkalten in völliger Ruhe keine Krystalle ab, das kleinste Stäubchen, ein Sandkorn, in die Flüssigkeit geworfen, reicht hin, um die Krystallisation einzuleiten; ist die Bewegung einmal eingetreten, so pflanzt sie sich von selbst fort, das bewegte Atom giebt den Anstoß zur Bewegung des zunächst liegenden, und in dieser Weise theilt sie sich allen Atomen mit.

Bringen wir metallisches Quecksilber in eine Auflösung von Schwefelleber, so bedeckt sich die Oberfläche sogleich mit schwarzem, amorphem Schwefelquecksilber, was sich eben so oft erneuert, als man die Oberfläche hinwegnimmt. Befestigen wir diese Mischung in einer gutverschlossenen Glasflasche an den Rahmen einer Säge in einer Sägemühle, der sich in der Stunde mehrere tausendmal auf- und abbewegt, so geht das schwarze Pulver in den schönsten rothen Zinnober über, der sich von dem schwarzen nur durch seine krystallinische Beschaffenheit unterscheidet.

Das gewöhnliche Roheisen verdankt seine Härte, seine Zersprengbarkeit und seine krystallinische Beschaffenheit einem Gehalte von Kohle; das reine kohlenfreie Eisen ist nur höchst selten krystallinisch; darin unterscheidet sich eben das Eisen in den Meteorsteinen von dem Spiegeleisen, daß es bei der bestimmtest ausgedrückten krystallinischen Textur die größte Weichheit, so wie etwa ein sehr reines Schmiedeeisen, besitzt; aber eine Stange Schmiedeeisen ist im Bruch zähe, fadenförmig und zeigt keine Durchgangsflächen von Krystallen, die kleinsten Theilchen sind ohne alle Ordnung durcheinander lagernd; im polirten Zustande mit einer Säure befeuchtet, zeigt seine Oberfläche die eigenthümlichen Zeichnungen nicht, welche dem krystallinischen Eisen angehören. Wenn aber die Stange lange Zeit hindurch schwachen, aber sich stets wiederholenden Hammerschlägen ausgesetzt wird, so sieht man, daß die kleinsten Theilchen, die Eisenatome, ihre Lage ändern, daß sie sich in Folge der auf sie einwirkenden mechanischen Bewegung nach der Richtung ihrer stärksten

Anziehung lagern; die Stange wird krystallinisch, sie wird brüchig wie Gußeisen, der Bruch ist nicht mehr fadenförmig, sondern glatt und glänzend. Diese Erscheinung tritt an den eisernen Achsen der Locomotiven und Reisewagen mehr oder weniger rasch ein, und ist die Ursache von nicht vorherzusehenden Unfällen.

Aber nicht bloß auf die äußere Form und Beschaffenheit, auf die Lagerung gleichartiger Theilchen haben mechanische Kräfte einen bedingenden Einfluß, sondern auch auf die Ordnungsweise der ungleichartigen Atome, auf das Bestehen von chemischen Zusammensetzungen. Die schwächste Reibung, ein Stoß bringt das Knallquecksilber, das Knallsilber zum Explodiren, die Berührung mit dem Barte einer Feder reicht hin, um das Silberoxyd-Ammoniak, den Jodstickstoff zu zerlegen. Das bloße in Bewegung Setzen der Atome ändert in diesen Fällen die Richtung der chemischen Anziehung, sie ordnen sich in Folge der eingetretenen Bewegung zu neuen Gruppen; ihre Elemente treten zu neuen Producten zusammen.

Weit häufiger und sichtbarer noch ist der Einfluß, den die Wärme auf die Aeußerung der Affinität ausübt. In so fern sie Widerstände überwindet, die sich der Wirkung der Verwandtschaft entgegensetzt, befördert und vermittelt sie die Bildung chemischer Verbindungen; tritt sie selbst als Widerstand der Verwandtschaft entgegen, so ändert sie die Richtung der Anziehung, die Lagerung der Atome, sie hindert und vernichtet ihre Aeußerungen. In niederen Wärmegraden ist die Anziehung, welche die ungleichartigen Atome zu einander haben, eine andere als in höheren; in den denkbar höchsten Hitzgraden findet die chemische Verbindung nicht mehr statt.

In einer Auflösung von Kochsalz in Wasser bilden sich, im Winter einem hohen Kältegrad ausgesetzt, große, schöne, durchsichtige, wasserhelle Säulen, welche über achtunddreißig Procent Wasser in chemischer Verbindung enthalten; das bei gewöhnlicher Lufttemperatur krystallisirte Kochsalz ist immer wasserfrei. Bei der leisesten Berührung mit der Hand werden die wasserhaltigen Krystalle milchweiß undurchsichtig, in die Hand genommen zerfließen sie zu einem Brei von kleinen Würfeln von gewöhnlichem Kochsalz. Bei — 10° gehen die Kochsalzatome mit den Wasseratomen eine chemische Verbindung ein, bei 0° besitzen beide diesen Grad der Anziehung nicht mehr. Der schwache Unterschied von zehn Temperaturgraden ist als Widerstand gegen die Verwandtschaft groß genug, um die Wirkung der letzteren aufzuheben.

Wenn kohlensaurer Kalk aus kaltem Wasser krystallisirt, so lagern sich seine Theilchen in der Form des isländischen Doppelspathes ab; aus warmem Wasser krystallisirt, erhalten wir ihn in der Form des Arragonits. Beide Mineralien, so unvereinbar in ihrer Krystallgestalt, so verschieden in ihrer Härte, ihrem specifischen Gewichte, ihrem Lichtbrechungsvermögen, enthalten absolut die nämlichen Mengen Kohlensäure und Kalk. Wir sehen in diesem Beispiel, daß die festwerdenden Theilchen des kohlensauren Kalkes unter dem Einflusse eines erhöhten

Wärmegrades zu einem physikalisch ganz andern Körper sich gestalteten; noch merkwürdiger aber ist, daß wenn wir einen Arragonitkrystall zum schwachen Glühen erhitzen, wenn wir ihn also einem höheren Wärmegrad aussetzen, als der ist, in welchem er sich gebildet hat, alsdann eine Bewegung durch seine ganze Masse hindurch eintritt; ohne im Geringsten sein Gewicht zu ändern, bläht er sich blumenkohlartig auf und verwandelt sich in ein Haufwerk von feinen Krystallen, von denen ein jedes die rhomboëdrische Gestalt des gewöhnlichen Kalkspathes besitzt.

Ein Hühnerei erleidet durch den Einfluß der Temperatur von fünfundsiebenzig Grad eine gänzliche Veränderung in allen seinen Eigenschaften; das flüssige, kaum gelblich gefärbte Eiweiß wird weiß porcelanartig, seine kleinsten Theilchen verlieren alle Beweglichkeit; ohne daß von Außen Etwas hinzutritt oder hinweggenommen wird, sehen wir die merkwürdigste Umwandlung: vor dem Erhitzen waren die Eiweißtheile löslich, mischbar in allen Verhältnissen mit Wasser, in Folge der durch die Wärme eingetretenen Bewegung verloren sie diese Fähigkeit, ihre Atome ordneten sich zu einer neuen Gruppe; von dieser neuen Lagerungsweise rühren die veränderten Eigenschaften her. Die in den Eiweißtheilchen thätigen chemischen Kräfte sind die letzte Ursache der neuen Lagerungsweise; in der neu gewonnenen Form äußern sie jetzt gegen die einwirkend störende Ursache, gegen die Wärme nämlich, einen Widerstand, der ihnen ursprüglich fehlte.

In dieser Weise verhalten sich alle organischen Körper; ohne Ausnahme sind sie alle durch den Einfluß mehr oder minder hoher Hitzgrade veränderlich und zerstörbar; der Widerstand, den ihre Atome, den die in ihnen thätige Kraft der störenden Ursache entgegensetzt, zeigt sich stets in einer neuen Lagerungsweise. Aus einem zusammengesetzten Atom entstehen eine oder zwei oder drei neue Gruppen von Atomen in einer solchen Ordnung, daß sich stets ein Gleichgewichtszustand herstellt. In den neugebildeten Producten ist der Widerstand der chemischen Kraft stärker, als in dem ursprünglichen Körper, die Summe der Verwandtschaftskraft wird nicht größer, sie wird nur nach einer Richtung hin stärker und intensiver.

Was hier unter der Richtung gemeint ist, wird man sich am besten durch die Betrachtung eines Wassertheilchens in der Mitte eines Glases voll Wasser versinnlichen.

Das Wassertheilchen in der Mitte wird von allen Wassertheilchen in seiner unmittelbaren Umgebung angezogen und übt in ganz gleichem Grade eine Anziehung gegen sie aus, nach keiner Seite hin eine stärkere als nach der anderen. Die große Beweglichkeit und Verschiebbarkeit des Wassertheilchens beruht eben darauf, daß sich alle darauf wirkenden anziehenden Kräfte im Zustand des Gleichgewichts befinden. Die kleinste äußere Kraft reicht hin, um es von seiner Stelle zu bewegen, der geringste Temperaturunterschied, der seine Dichtigkeit vergrößert oder verringert, verursacht einen Wechsel seines Platzes.

Wäre es nach einer Seite hin stärker angezogen als nach der andern, so würde es sich nach dieser Richtung hin bewegen, es würde ein gewisses Maß von Kraft bedürfen, um es von dem Ort der Anziehung loszureißen. Grade in diesem Zustande befinden sich die Wassertheilchen der Oberfläche des Wassers, sie sind minder beweglich als die unteren, wie durch einen äußeren Druck sind sie näher bei einander, dichter, zusammengezogener. Mit einiger Vorsicht läßt sich eine feine Stahlnadel auf der Oberfläche schwimmend erhalten, welche eingetaucht mit Schnelligkeit zu Boden fällt. Dieser stärkere Zusammenhang rührt daher, daß die Wassertheilchen der Oberfläche nur nach einer Richtung hin angezogen werden und Anziehung äußern; der anziehenden Kraft von unten stellt sich keine Anziehung von darüberliegenden Wassertheilchen als Widerstand entgegen. Um abwärts zu fallen, müssen die Wassertheilchen der Oberfläche, der Nadel nothwendig Platz machen, ausweichen, sie müssen von ihrer Stelle geschoben werden, allein sie weichen nicht aus, obwohl die Nadel einen sieben- bis achtmal größern Druck auf sie ausübt als ein gleich großes Stückchen Wasser.

In ganz gleicher Weise verhält sich in den chemischen Verbindungen die anziehende Kraft, welche die Bestandtheile zusammenhält. Mit der Anzahl der Elemente, mit der Anzahl der Atome, die zu einer Gruppe vereinigt werden, vervielfältigen sich die Richtungen der anziehenden Kraft; die Stärke der Anziehung nimmt in dem nämlichen Verhältniß, wie die Vielheit der Richtungen ab. Zwei Atome, zu einer Verbindung vereinigt, können sich nur von einer Seite her anziehen, die ganze Summe ihrer anziehenden Kraft äußert sich in dieser einzigen Richtung; tritt ein zweites, ein drittes Atom hinzu, so muß ein Theil von dieser Kraft verwendet werden, um auch diese anzuziehen und festzuhalten. Die natürliche Folge davon ist, daß die Anziehung aller Atome zu einander schwächer wird, daß sie äußeren Ursachen, die sie von ihrem Platze zu verschieben streben, einen geringeren Widerstand als vorher entgegensetzen.

Darin liegt der große Unterschied der organischen Körper von den Mineralsubstanzen, daß sie Verbindungen höherer Ordnungen sind; obwohl nur aus drei oder vier, höchstens fünf Elementen bestehend, sind ihre Atome dennoch weit zusammengesetzter. Ein Kochsalz-, ein kleinstes Zinnobertheilchen stellt eine Gruppe von nicht mehr als zwei Atomen dar, ein Zuckeratom hingegen enthält sechsunddreißig, ein kleinstes Olivenöltheilchen enthält mehrere hundert einfache Atome. In dem Kochsalz äußert sich die Affinität nur nach einer, in dem Zuckeratom nach sechsunddreißig verschiedenen Richtungen hin. Ohne daß etwas hinzu kommt oder hinweg genommen wird, können wir uns die sechsunddreißig einfachen Atome in dem Zuckeratome auf tausend verschiedene Weisen geordnet denken; mit jeder Aenderung in der Lage eines einzigen von ihnen hört das zusammengesetzte Atom auf, ein Zuckeratom zu sein; denn seine ihm angehörenden Eigenschaften wechseln mit der Art der Lagerung seiner Atome.

Auf die organischen Atome, so wie auf alle Atome höherer Ord-

nungen müssen Ursachen von Bewegung, von Störung der Verwandtschaft Veränderungen hervorzubringen vermögend sein, welche auf einfacher zusammengesetzte Atome, auf Mineralsubstanzen z. B., ohne allen zersetzenden Einfluß sind.

Von der größeren Zusammengesetztheit und der geringeren Kraft, mit welcher die Elemente der organischen Körper sich gegenseitig anziehen, hängt ihre leichtere Zersetzbarkeit durch die Wärme z. B. ab; ihre Atome, einmal in Bewegung gesetzt, oder durch die Wirkung der Wärme in größere Entfernung von einander gebracht, ordnen sich zu einfachen zusammengesetzten Atomen, in welchen die anziehende Kraft nach einer geringeren Anzahl von Richtungen hin wirkt, und in welchen sie weiteren Störungen einen desto stärkeren Widerstand entgegensetzt.

Die Mineralien, die anorganischen Verbindungen, sind durch die freie, ungehinderte Wirkung der chemischen Verwandtschaft entstanden, aber die Art und Weise ihres Zusammentretens, ihrer Lagerung war abhängig von äußeren fremden hierbei mitwirkenden Ursachen; diese letzteren waren das Bedingende in Hinsicht auf die Form und ihre Eigenschaften. Wäre die Temperatur während der Verbindung höher oder niedriger gewesen, so würden sie zu ganz anderen Gruppen zusammengetreten sein.

In ganz gleicher Weise wie die Wärme bei den anorganischen Verbindungen, ist Wärme, Licht und vorzüglich die Lebenskraft die bedingende Ursache der Form und der Eigenschaften der in den Organismen erzeugten Verbindungen; sie bestimmt die Anzahl der Atome, die sich vereinigten, und die Art und Weise ihrer Lagerung. Wir können einen Alaunkrystall aus seinen Elementen, aus Schwefel, Sauerstoff, Kalium und Aluminium zusammensetzen, weil wir bis zu einer gewissen Grenze frei über ihre chemische Verwandtschaft, so wie über die Wärme und damit über die Ordnung verfügen können; allein ein Stärkekörnchen können wir aus seinen Elementen nicht zusammensetzen, weil zu ihrem Zusammentreten in der dem Stärkekorn eigenthümlichen Form die Lebenskraft mitwirkte, die unserem Willen nicht in gleicher Weise wie Wärme, Licht, Schwerkraft 2c. zu Gebote steht. Sind aber die Elemente in dem Organismus einmal zu organischen Atomen zusammengetreten, so gehören sie in die Classe der übrigen chemischen Verbindungen; wir sind im Stande, die in ihren Atomen thätige Kraft, welche sie zusammenhält, nach mannichfaltigen Richtungen hin zu lenken, zu ändern, zu erhöhen und zu vernichten, wir können aus zwei, drei, vier zusammengesetzten organischen Atomen, indem wir sie mit einander verbinden, Atome höherer Ordnungen hervorbringen, wir können die zusammengesetzteren in einfachere zerfallen machen; aus Holz und Amylon können wir Zucker, aus Zucker können wir Oxalsäure, Milchsäure, Essigsäure, Aldehyd, Alkohol, Ameisensäure, wie wohl keine einzige dieser Verbindungen aus ihren Elementen hervorbringen.

Auf das Zusammentreten der Elemente zu einer chemischen Verbindung hat die Lebenskraft nicht den geringsten Einfluß; kein Element für sich ist fähig, zur Ernährung, zur Entwickelung einer Pflanze oder des thierischen Organismus zu dienen. Alle Stoffe, welche Antheil an dem Lebensproceß nehmen, sind niedere Gruppen von einfachen Atomen, die durch den Einfluß der Lebenskraft zu Atomen höherer Ordnungen zusammentreten. Die Form, die Eigenschaften der einfachsten Gruppen von Atomen, bedingt die chemische Kraft unter der Herrschaft der Wärme, die Form und Eigenschaften der höheren, der organisirten Atome bedingt die Lebenskraft.

## Siebzehnter Brief.

Der Kohlenstoff aller Theile und Bestandtheile der Vegetabilien, und durch diese der Thiere stammt von der Kohlensäure, aller Wasserstoff der stickstofffreien Materien von dem Wasser, der Stickstoff der stickstoffhaltigen von dem Ammoniak her. Ein Kohlensäureatom besteht aus einer Gruppe von drei Atomen: eines derselben ist ein Kohlenstoffatom, die beiden anderen sind zwei Sauerstoffatome. Kein Bestandtheil einer Pflanze oder eines Thiergebildes enthält auf ein Kohlenstoffatom mehr als zwei Atome eines anderen Elements, die überwiegende Mehrzahl enthält auf ein Kohlenstoffatom weniger als zwei andere Atome.

Alle Bestandtheile der Organismen sind mehr oder weniger veränderte Kohlensäureatome oder Gruppen von Kohlensäureatomen; sie sind entstanden in der lebendigen Pflanze unter Mitwirkung des Sonnenlichtes aus der durch die Wurzeln und Blätter aufgesaugten Kohlensäure, in Folge einer Abscheidung und Ausscheidung ihres Sauerstoffs, an dessen Platz eine gewisse Menge Wasserstoff, oder Stickstoff und Wasserstoff tritt. In der einfachsten Form gedacht ist z. B. der Traubenzucker ein Kohlensäureatom, in welchem an die Stelle von einem Sauerstoffatom ein Wasserstoffatom getreten ist. Der Rohrzucker, das Gummi, das Stärkmehl und die Substanz der Holzzellen (Cellulose) bestehen aus einer Anzahl von Traubenzuckeratomen, von denen sich ein oder mehrere Wasseratome getrennt haben.

Das Chinin, Caffein und die organischen Basen enthalten Kohlenstoff und die Elemente des Wassers und außer diesen noch eine gewisse Menge Stickstoff. Die höchst zusammengesetzten organischen Materien, wie das in den Pflanzensäften gelöste Pflanzeneiweiß und der in den Samen abgelagerte Pflanzenkäsestoff enthalten die vier Bestandtheile der organischen Basen und außerdem in dem Schwefel ein fünftes Element.

Die in den Vegetabilien so verbreiteten organischen Säuren, wie die Oxalsäure (in dem Sauerklee), die Aepfelsäure (in den meisten Früchten), die Citronsäure, stehen zu einander und zu der Kohlensäure in einer ähnlichen einfachen Beziehung wie der Traubenzucker. Durch Austreten von einem Sauerstoffatom aus zwei Kohlensäureatomen entsteht die Oxalsäure, und aus zwei Oxalsäureatomen, durch Eintreten von zwei

Wasserstoffatomen unter Ausscheidung von zwei Sauerstoffatomen, die Aepfelsäure. Wir haben allen Grund zu glauben, daß aus diesen Säuren der Zucker, das Gummi, die Holzfaser entsteht, daß es die einzelnen Glieder einer Reihe sind, welche den Uebergang des Kohlensäureatoms in Zucker und in die höheren organischen Atome vermitteln; der Traubenzucker enthält die Elemente des Wassers genau in dem Verhältniß wie im Wasser, die genannten Säuren enthalten außer den Elementen des Wassers eine gewisse Menge überschüssigen Sauerstoff; durch weiteres Hinzutreten von Wasserstoff, mit oder ohne Ausscheidung von Sauerstoff, können alle diese Säuren in Zucker übergehen. In demselben Grade, als die aus der Kohlensäure gebildeten Producte in ihrer Zusammensetzung von dem Kohlensäureatom abweichen, nehmen sie neue Eigenschaften an. Die organischen Säuren besitzen noch den chemischen Charakter der Kohlensäure; in dem Stärkmehl, der Holzfaser ist dieser völlig verschwunden. Die kleinsten Theilchen der Oxalsäure, Weinsäure, Aepfelsäure, Citronsäure, des Zuckers lagern sich, indem sie krystallisiren, in Richtungen, welche durch eine unorganische Kraft bedingt sind, aber in der Bildung des Stärkmehls, des Zellstoffs wirkte eine fremde Ursache mit, welche der Cohäsionskraft entgegentrat und die Richtung ihrer Anziehung änderte; die höheren organischen Atome sind nicht mehr durch gerade Linien und ebene Flächen, sondern durch krumme Linien begrenzt. Ueber die Entstehung und Bildung der höheren organischen Verbindungen haben die neueren Untersuchungen der organischen Chemie Licht verbreitet. Man hat eine ganze Reihe von Körpern entdeckt, welche aus zwei einfachen organischen Verbindungen entstanden, den chemischen Charakter des einen Bestandtheils vollständig beibehalten haben, ganz gegen die Verbindungsgesetze der anorganischen Chemie, aus denen wir zu folgern gewöhnt waren, daß die Eigenschaften der Bestandtheile in den Eigenschaften ihrer Verbindung aufgehen.

Die Ameisensäure und das Bittermandelöl sind Jedermann bekannt; beide verbinden sich mit einander zu der Mandelsäure, welche in ihrem Verhalten als Säure ganz vollkommen der Ameisensäure gleicht, ohne irgend eine Eigenschaft des Bittermandelöls zu besitzen. Die Ameisensäure behielt, das Bittermandelöl verlor in der Mandelsäure seinen chemischen Charakter. Diese so wie die ganze Classe der ihr ähnlichen Verbindungen spielen, obwohl aus zwei zusammengesetzten Körpern entstanden, ganz die Rolle von einfachen organischen Verbindungen, d. h. von solchen, die wir nicht in einfachere zerlegen und wieder zusammensetzen können. Um sie von anderen zu unterscheiden, hat man ihnen den Namen gepaarte Verbindungen und dem Bestandtheil, dessen Eigenschaften verschwinden, den Namen Paarling gegeben. In diesem Sinne ist Bittermandelöl der Paarling der Mandelsäure. Aehnlich wie diese, denkt man sich alle oder die meisten höheren organischen Verbindungen entstanden, und man rechnet das Albumin, den Käsestoff, die organischen Basen zu den gepaarten Verbindungen, was sie gewiß sind, obwohl man mit einiger Sicherheit die Paarlinge nicht kennt oder zu bezeichnen weiß.

Wir können durch Paarung von Stickstoffverbindungen, von Blausäure oder Ammoniak mit stickstofffreien oder stickstoffhaltigen Körpern Verbindungen erzeugen, welche alle Eigenschaften der in der Natur vorkommenden stickstoffhaltigen Säuren und Farbstoffe besitzen. Das in den Spargeln und Keimen der Leguminosen und vieler anderer Pflanzen vorkommende Asparagin stellt äpfelsaures Ammoniak dar, von dem sich die Elemente des Wassers getrennt haben; wir sind im Stande, aus Aepfelsäure und Ammoniak die aus dem Asparagin entspringende Asparaginsäure darzustellen. Durch Aufnahme von Ammoniak in die Elemente des farblosen krystallisirten Orcins entsteht bei Gegenwart von Sauerstoff das prachtvoll rothe Orcein. Die bewundernswürdigen Untersuchungen von Wurtz und Hofmann haben gezeigt, daß jedes einzelne von den in dem Ammoniak enthaltenen Wasserstoffatomen ausscheidbar und vertretbar ist durch zusammengesetzte organische Atome, daß in dieser Weise Verbindungen gebildet werden, in welchen das Ammoniak seinen chemischen Charakter vollkommen behält. Das Ammoniak neutralisirt die Säuren und bildet damit Salze; die durch Vertretung seines Wasserstoffs entstehenden Körper sind organische Basen, ganz ähnlich in ihrem chemischen Verhalten dem Chinin und Morphin.

Die allgemeinsten Erfahrungen geben zu erkennen, daß alle organischen Wesen nach ihrem Tode eine Veränderung erleiden, in deren Folge ihre Leiber von der Oberfläche der Erde allmälig verschwinden; von dem stärksten Baum ist nach seiner Fällung, in Folge der Einwirkung der Atmosphäre in 36 bis 40 Jahren nur die Rinde übrig; Blätter, junge Zweige, das Stroh, welches den Feldern als Dünger zugeführt wird, saftreiche Früchte verschwinden weit schneller; in noch kürzerer Zeit verlieren Theile von Thieren ihren Zusammenhang, sie verflüchtigen sich in der Luft, ohne etwas anderes als die unorganischen Elemente zu hinterlassen, welche von der Erde stammen.

Dieser große Naturproceß der Auflösung aller in den Organismen entstandenen Verbindungen tritt sogleich nach dem Tode ein, wenn die mannichfaltigen Ursachen nicht mehr thätig sind, unter deren Herrschaft sie gebildet wurden; die in dem Leibe der Pflanzen und Thiere erzeugten Stoffe erleiden in der Atmosphäre und unter dem Einfluß des Wassers eine Reihe von Veränderungen, deren letzte die Ueberführung ihres Kohlenstoffs in Kohlensäure, ihres Wasserstoffs in Wasser, ihres Stickstoffs in Ammoniak, des Schwefels in Schwefelsäure ist. Durch die nach dem Tode eintretenden Processe nehmen ihre Elemente ihre ursprüngliche Form wieder an, in der sie einer neuen Generation als Nahrungsmittel dienen können; die aus der Luft stammen, kehren in die Atmosphäre, die, welche die Erde lieferte, kehren zur Erde zurück. Der Tod, die Auflösung einer untergegangenen Generation ist die Quelle des Lebens für eine neue. Dasselbe Kohlenstoffatom, welches als Bestandtheil der Muskelfaser in dem Herzen eines Menschen das Blut durch dessen Adern treibt, es war vielleicht ein Bestandtheil des Herzens einer seiner Vorfahren, das Stickstoffatom in unserem Gehirn, es war vielleicht ein Bestandtheil des Gehirns eines Aegypters, eines

Negers. So wie der Geist der Menschen der gegenwärtigen Generation aus den Erzeugnissen der geistigen Thätigkeit der Vorwelt, die zu seiner Entwickelung und Ausbildung dienende Nahrung schöpft, so können die Elemente der Leiber einer vorangegangenen Generation übergehen und zu Bestandtheilen unseres eigenen lebendigen Leibes werden.

Die nächste Ursache der nach dem Tode der Organismen eintretenden Veränderungen ist die Wirkung, welche der Sauerstoff der Luft auf manche ihrer Bestandtheile ausübt. Diese Wirkung ist bedingt durch eine gewisse Temperatur und findet nur bei Gegenwart von Wasser statt. Die Frostkälte und die Siedhitze heben diese Processe auf.

Sehr deutlich sieht man den Einfluß des Sauerstoffs der Luft an Früchten und weichen Pflanzentheilen, wenn durch Verletzung ihrer Oberfläche der Saft mit Luft in Berührung kommt. An einem Apfel, der durch einen Stoß gequetscht wird, beginnt von der verletzten Stelle aus einen Zersetzungsproceß, es entsteht ein brauner Fleck, der in einem regelmäßig concentrischen Kreise zunimmt, bis zuletzt der ganze Apfel morsch wird und in eine braune, weiche, schmierige Masse sich verwandelt hat. Der Saft einer Weintraube, durch die äußere Schale vor der Berührung mit der Luft geschützt, erleidet kaum eine merkliche Veränderung, die Traube trocknet allmälig zur Rosine aus; die kleinste Verletzung der Hülle aber reicht hin, um in kurzer Zeit die Beschaffenheit des Saftes zu ändern. Zerschneiden wir eine Kartoffel, eine Runkelrübe, so färbt sich in wenigen Minuten die weiße Schnittfläche braun.

Ganz ähnlich wie die Pflanzensäfte verhalten sich die thierischen Flüssigkeiten; die Milch in dem Euter der Kuh, der Harn in der Harnblase erleiden im gesunden Zustande keinen Wechsel in ihren Eigenschaften, aber mit der Luft in Berührung, gerinnt die Milch und wird sauer, es scheidet sich der Käsestoff ohne alle Gasentwickelung in Gestalt einer gallertartigen Masse ab; der saure Harn wird alkalisch und entwickelt, nach einiger Zeit mit einer Säure versetzt, unter Aufbrausen kohlensaures Gas.

In gleicher Weise stellt sich in den Leibern der Menschen und Thiere, nach ihrem Tode, ein Zersetzungsproceß ein, welcher in dem Innern des Körpers an den Stellen zuerst und vorzugsweise beginnt, die wie die Lunge z. B. sich unmittelbar in Berührung mit der Luft befanden; bei Verwundungen verbreitet er sich von der Wunde, in Krankheiten von dem kranken Orte aus, so zwar, daß der Tod in vielen Fällen nichts anderes als die Folge eines an einem inneren Theile vor sich gehenden Zersetzungsprocesses ist; mit der Krankheit, deren nächste Ursache derselbe ist, beginnt dieser Proceß und dauert nach dem Tode fort.

Das Bemerkenswertheste in diesen Erscheinungen ist ohnstreitig, daß in vielen Fällen die in den organischen Stoffen eingetretene Veränderung fortdauert, wenn nach vorübergehender Berührung mit der Luft der Sauerstoff völlig abgeschlossen wird. Der Most fährt auch in verschlossenen Gefäßen fort zu gähren, der gährende Wein zersprengt häufig

in der Champagnerfabrikation die stärksten Flaschen; die Milch gerinnt auch in zugeschmolzenen Gefäßen und wird sauer.

Es ist offenbar, daß durch die Berührung dieser organischen Stoffe mit dem Sauerstoff der Luft ein Proceß beginnt, in dessen Verlauf ihre Bestandtheile eine gänzliche Umänderung ihrer Eigenschaften erfahren. Dieser Wechsel der Eigenschaften ist eine Folge einer Aenderung in ihrer Zusammensetzung. Vor der Berührung mit dem Sauerstoff befinden sich ihre Bestandtheile neben einander gelagert, ohne eine Wirkung auf einander auszuüben; durch den Sauerstoff wurde in einem kleinen Theilchen derselben der Zustand der Ruhe oder des Gleichgewichts der Anziehung, welche ihre Elemente zusammenhält, gestört, und in Folge dieser Störung trat eine Spaltung, eine neue Ordnung zwischen diesen Elementen ein.

Die Fortdauer dieser Processe, auch wenn der Sauerstoff, die ursprüngliche Bedingung zu ihrer Entstehung, nicht mehr mitwirkt, zeigt auf's Klarste, daß der Zustand der Umsetzung, welcher in den Elementen eines kleinen Theilchens eingetreten ist, einen Einfluß ausübt auf die übrigen Theilchen, welche mit dem Sauerstoff der Luft nicht in Berührung gekommen waren; denn nicht bloß die ersten, sondern auch alle anderen erleiden allmälig dieselbe Zersetzung.

Ein jeder Zersetzungsproceß, der in einem Theil eines organischen Körpers durch eine äußere Ursache beginnt, und der sich mit oder ohne deren weitere Mitwirkung durch seine ganze Masse verbreitet, hat den Namen **Fäulnißproceß** erhalten. Eine der Fäulniß fähige Materie unterscheidet sich demnach von einer der Fäulniß unfähigen in so fern als die erstere, ohne andere Bedingungen als eine angemessene Temperatur und die Gegenwart von Wasser, in eine Reihe von neuen Producten zerfällt, während die andere für sich unter denselben Umständen keine Veränderung erfährt.

Die Anzahl der in der Natur vorkommenden, nach dieser Begriffsbestimmung fäulnißfähigen Substanzen ist außerordentlich klein, aber sie sind überall verbreitet, sie machen Bestandtheile aller organischen Wesen aus. Vor allen anderen gehören hierzu die höchst zusammengesetzten Stoffe des Thier- und Pflanzenreichs, welche Stickstoff und Schwefel enthalten.

Der Harnstoff, Zucker, Milchzucker, das Asparagin, Amygdalin, die verschiedenen organischen Säuren erleiden unter denselben Verhältnissen, im reinen Zustande, keine wahrnehmbare Veränderung; Zuckerwasser oder eine Milchzuckerlösung der Luft bei gelinder Wärme ausgesetzt, trocknen aus, die gelösten Stoffe scheiden sich in Krystallen ab, ohne irgend eine ihrer Eigenschaften verloren zu haben.

Die Untersuchung der Pflanzensäfte und der thierischen Flüssigkeiten, z. B. der Milch und Galle, des Traubensaftes, des Harn ꝛc. zeigt, daß sich darin zweierlei Stoffe von ganz verschiedener Natur und Zusammensetzung befinden, ein Stoff, welcher der Fäulniß fähig ist, und neben diesem ein anderer, oder andere, welche für sich einer ähnlichen Selbstzersetzung vollkommen unfähig sind; wenn diese Flüssigkeiten, sich selbst

überlassen, in Zersetzung übergehen, so tritt die merkwürdige Erscheinung ein, daß beide, der fäulnißfähige sowohl wie der für sich der Fäulniß unfähige Stoff, gleichzeitig verschwinden, indem sie in neue Producte zerfallen; der letztere würde sich ohne den ersteren unverändert erhalten haben.

Läßt man einen der Fäulniß fähigen Stoff in Fäulniß übergehen, Kässtoff z. B. oder Fibrin, Blut oder thierischen Schleim, und setzt man demselben in diesem Zustande Zuckerwasser, Milchzucker, Harnstoff 2c. zu, so gehen diese in Gährung, d. h. in Zersetzung, über.

Es ist aus diesen Erscheinungen offenbar, daß fäulnißfähige Substanzen im Zustande der Fäulniß, in Berührung gebracht mit einer großen Anzahl stickstofffreier und stickstoffhaltiger Stoffe, die für sich der Fäulniß unfähig sind, eine Aenderung in der Zusammensetzung dieser letzteren bewirken. Man wird jetzt den Unterschied von Fäulniß und Gährung leicht verständlich finden.

Alle der Fäulniß unfähigen Materien heißen gährungsfähig, wenn sie die Eigenschaft besitzen, in Berührung mit faulenden Stoffen eine Zersetzung zu erleiden; der Proceß ihrer Zersetzung heißt jetzt Gährung; der faulende Körper, durch welchen derselbe bedingt ist, empfängt jetzt den Namen Ferment.

Alle der Fäulniß fähigen Materien werden im Zustand der Fäulniß zu Fermenten, d. h. sie erlangen in diesem Zustande das Vermögen, irgend einen der Gährung fähigen Körper in Gährung überzuführen, und diese Wirkung behält das Ferment, bis dessen Fäulniß vollendet ist.

Die Veränderungen, welche gährende Materien erleiden, beruhen auf einem Auseinanderfallen eines sehr zusammengesetzten Atoms in zwei oder mehrere einfacher zusammengesetzte Atome; die in dem Zuckeratom enthaltenen sechsunddreißig einfachen Atome spalten sich in vier Kohlensäureatome, welche zwölf, und in zwei Alkoholatome, welche vierundzwanzig einfache Atome enthalten. Der in der süßen Milch enthaltene Milchzucker verwandelt sich beim Sauerwerden derselben in zwei Milchsäureatome, worin die nämliche Anzahl von Elementen, wie in einem Milchzuckeratom, sich befindet.

Da den Milchzuckeratomen, welche in Milchsäureatome übergegangen sind, kein fremdes Element hinzugekommen und keines ihrer Elemente ausgetreten ist, so ist ganz gewiß, daß die eingetretene Umwandlung in den Eigenschaften des Milchzuckeratoms auf einem Wechsel in der Lage oder des Ortes seiner Atome beruht; in dem Milchsäureatom sind sie auf eine andere Weise geordnet enthalten. Durch die Ursache, welche die Verwandlung bewirkte, wurden offenbar die Atome des Milchzuckers in Bewegung gesetzt; denn um sich in anderen Richtungen zu lagern, mußten sie sich in Bewegung befinden.

Die faulenden Substanzen üben eine Wirkung auf zusammengesetzte organische Atome aus, welche für sich der Fäulniß nicht fähig sind; es ist gewiß, daß ihre Wirkung abhängig ist von einem gewissen Zustande, in welchem sich ihre Elemente befinden; es ist ferner gewiß, daß dieser Zustand ein Ortswechsel oder eine Spaltung der Elementartheilchen

des faulenden Körpers ist, und eben so unleugbar, daß durch ihre Berührung mit gährungsfähigen Materien auch deren Elemente sich in neuen Richtungen lagern, und es folgt hieraus von selbst, daß die Atome gährungsfähiger Substanzen sich bei Berührung mit faulenden verhalten, wie wenn ihre Elementartheile Theile und Bestandtheile der faulenden wären. An der in den Atomen des Ferments eingetretenen Bewegung nehmen die Atome des gährungsfähigen Körpers Antheil, der eingetretene Ortswechsel des ersteren verursacht, daß auch die Kohlenstoff-, Wasserstoff- und Sauerstoffatome des nicht fäulnißfähigen ihren Ort und ihre Lage wechseln.

Es erklärt sich hieraus von selbst, warum diese Processe einen Anfang, eine gewisse Dauer und ein Ende haben, worin sie sich von den gewöhnlichen chemischen Processen so sehr unterscheiden. Wenn wir Schwefelsäure zu einem Barytsalz bringen, so tritt sogleich an allen Stellen, wo die Schwefelsäure mit dem Baryt zusammentritt, die Zersetzung ein; der Anfang ist zugleich das Ende der Zersetzung, in dem schwefelsauren Baryt verlieren dessen Bestandtheile alle weitere Wirkung.

Der in Fäulniß übergehende Körper durchläuft aber eine ganze Reihe von Veränderungen; in einem jeden Stadium derselben übt er eine gewisse Wirkung aus. Wenn in den Zuckertheilchen des Traubensaftes oder der Bierwürze eine Umlagerung und Spaltung seiner Elemente vor sich gegangen ist, so hört deren weitere Veränderung auf; aber in dem veränderten schwefel- und stickstoffhaltigen Bestandtheil, welcher sich in der Form von Hefe abgeschieden hat, dauert sie noch fort; wird die Hefe aus der gegohrenen Flüssigkeit herausgenommen und mit frischem Zuckerwasser in Berührung gebracht, so erleidet eine Anzahl von Zuckertheilchen eine gleiche Umsetzung, wie die in dem Traubensafte oder der Bierwürze vorhandenen, und diese Wirkung behält die Hefe, bis in ihren Elementen die Spaltung vollendet und ein Ruhezustand eingetreten ist. Wenn über diesen Zeitpunkt hinaus noch Zuckertheile übrig sind, so bleiben sie unzersetzt. Nach der Menge des vorhandenen Ferments richtet sich sie die Zeit der Zersetzung; durch eine doppelte oder dreifache Menge Ferment wird die Zeit verkürzt, oder es wird eine größere Menge des gährungsfähigen Stoffes zersetzt.

Wenn man ein Gefäß mit Zuckerwasser durch eine Scheidewand von Filtrirpapier, welche leicht durchdringlich für die gelösten Zuckertheilchen ist, aber die Hefenkügelchen nicht durchläßt, in zwei Theile trennt, und den einen Theil mit Bierhefe versetzt, so findet nur in diesem die Gährung statt; nur da, wo sich Zuckertheilchen und Hefentheilchen berühren, tritt die Spaltung der ersteren in Alkohol und Kohlensäure ein.

Die Wirkung der Fermente auf gährungsfähige Stoffe ist der Wirkung der Wärme auf organische Substanzen ähnlich; die Zersetzung derselben in höheren Temperaturen ist stets die Folge eines Wechsels in der Lage ihrer Elementartheilchen; die Wärme verursacht eine Ausdehnung, eine Raumvermehrung; im Anfang wirkt sie auf den Zusammenhang der Atome in den Gruppen ein; beim Erhitzen eines Zuckerkrystalls entfernen sich die Zuckeratome, in höherer Temperatur

die Elemente der Zuckeratome von einander. Durch die Wärme wird das vorhandene Gleichgewicht in der Anziehung der Atome gestört, der flüssige und Gaszustand sind neue Gleichgewichtszustände zwischen der Wärme und Cohäsionskraft. In höheren Hitzgraden zersetzen sich die organischen Materien; die in einer gegebenen Temperatur entstehenden Producte sind unveränderlich bei dieser Temperatur, aber veränderlich in einer höheren. Einem bestimmbaren Temperaturgrade entspricht ein besonderer Gleichgewichtszustand zwischen der Wärme und der chemischen Kraft, welche die Elemente der organischen Atome zusammenhält.

Wir können ein Stück Zucker, auch wenn wir es noch so fein reiben, nicht flüssig machen, noch viel weniger können wir durch eine mechanische Gewalt ein Zuckeratom zersetzen, ein Kohlenstoff- oder Wasserstoffatom davon losreißen. Wir können in einer Zuckerlösung durch Schütteln Zuckeratome und Wasseratome neben einander hin und her bewegen, aber die Elemente derselben wechseln damit ihren Platz nicht.

In der Fäulniß und Gährung wechseln nicht die Atomgruppen, sondern die Atome in den Gruppen ihren Ort, und es ist diese innere Bewegung in faulenden Körpern, welche einen Ortswechsel der Atome in gährungsfähigen Körpern hervorruft, wenn die Kraft, welche ihre Elemente zusammenhält kleiner ist, als die auf sie einwirkende Thätigkeit, die sie zu ändern strebt.

Der Einfluß der Temperatur auf die in der Gährung entstehenden Producte ist höchst merkwürdig. Der an Zucker reiche Saft der gelben Rüben, Runkelrüben, Zwiebeln, in gewöhnlicher Temperatur der Gährung überlassen, liefert dieselben Producte, wie der Traubensaft; in einer höheren Temperatur ändert sich der ganze Umsetzungsproceß. Man nimmt eine weit schwächere Gasentwickelung wahr, es entsteht kein Alkohol. Untersucht man zu Ende der Gährung die Flüssigkeit, so findet sich kein Zucker mehr vor; aus seinen Elementen ist eine reichliche Menge Milchsäure, neben derselben ein dem arabischen Gummi ganz gleicher Körper, und überdies als das merkwürdigste Product eine leicht krystallisirbare Substanz gebildet worden, welche in Eigenschaften und Zusammensetzung identisch mit dem Hauptbestandtheil der Manna ist.

Alkohol und Kohlensäure sind die Producte der Umsetzung der Zuckeratome in gewöhnlicher, Kohlensäure, Wasserstoff, Mannit, Milchsäure, Gummi sind Producte seiner Gährung in höherer Temperatur. Die Gährungsweise des Milchzuckers in der Milch, bei seinem Uebergang in Milchsäure findet vorzugsweise in gewöhnlicher Temperatur statt; bei 24 bis 36 Grad nimmt der Käse in der Milch die Eigenschaften der gewöhnlichen Hefe an und es stellen sich in dieser höheren Temperatur in dem Milchzucker zwei auf einander folgende Umsetzungsprocesse ein; er verwandelt sich zuerst in Traubenzucker, und nachdem dies vor sich gegangen ist, zerfällt dieser in Berührung mit dem Käse in Alkohol und Kohlensäure.

In gewöhnlicher Temperatur gährt die Milch ohne Gasentwickelung und es bildet sich Milchsäure, in höherer Temperatur erhält man daraus

in Folge des geänderten Gährungsprocesses eine alkoholhaltige Flüssigkeit, welche bei der Destillation einen wahren Branntwein liefert.

Es ist einleuchtend, daß nur solche Substanzen gährungsfähig sind, in welchen die Elemente leicht beweglich und nur von einer schwachen Kraft zusammengehalten sind, und wenn in der That durch den Ortswechsel der Elementartheilchen des Fermentes ein Ortswechsel der sie berührenden Atome eines zweitens Körpers verursacht war, so ist es sicher, daß die Atome des letzteren der auf sie einwirkenden Bewegung einen Widerstand entgegensetzen, welcher überwunden werden muß, wenn sie sich bewegen sollen. Dieser Widerstand, auch noch so klein gedacht, wirkt wie eine Kraft, welche rückwärts einen Einfluß auf die Atome des Ferments äußern muß, wodurch der in ihnen vor sich gehende Ortswechsel geändert werden muß. Ein faulender Körper muß demnach in Berührung mit einem gährungsfähigen, den er in Gährung versetzt, andere Producte liefern, als wenn er für sich allein fault. Man bemerkt in der That, daß, wenn zu faulendem thierischen Käse, oder Blut, Zuckerwasser zugesetzt wird, mit dem Beginne der Gährung die Bildung derjenigen Producte, denen der stinkende Geruch angehört, abnimmt, so daß diese im Verlauf der Gährung völlig verschwinden. Es ist ferner verständlich, daß ein gährungsfähiger Körper aufhören muß gährungsfähig zu sein, wenn der Widerstand, den seine kleinsten Theilchen der Wirkung des Ferments entgegensetzen, erhöht, oder wenn die Kraft, welche die Elemente des Ferments zu einer Gruppe zusammenhält, verstärkt wird. Es giebt in der That eine Menge Körper, welche der Fäulniß und Gährung entgegenwirken, und den Verlauf des Processes hindern und hemmen, und ihre merkwürdige Wirkung ist sehr häufig dadurch bedingt, daß sie mit dem Ferment eine chemische Verbindung eingehen. Durch das Hinzutreten eines Körpers, welcher Verwandtschaft zu dem Ferment besitzt, wird offenbar das Beharren seiner Elementartheile ihrer ursprünglichen Lagerung verstärkt, denn zu der Kraft, welche sie in der Gruppe zusammenhält, kommt in dem zweiten Körper, mit dem sich das Ferment verbindet, eine neue Anziehung hinzu, welche überwunden werden muß, wenn dessen Elemente ihre Lage ändern oder wechseln sollen.

Zu diesen die Fäulniß und Gährung aufhebenden oder fäulnißwidrigen Materien gehören alle Substanzen, welche auf das Ferment eine chemische Wirkung ausüben, Alkalien, Mineralsäuren, Pflanzensäuren im concentrirten Zustande, flüchtige Oele, Alkohol, Kochsalz; vor allen wirksam sind schweflige Säure, Metall-, namentlich Quecksilbersalze, welche mit den Fermenten oder faulenden Stoffen eine chemische Verbindung eingehen. Arsenige Säure hindert die Fäulniß des Blutes und die gewöhnliche Zuckergährung nicht, aber die Fäulniß der Haut und leimgebenden Gewebe wird durch ihre Gegenwart vollständig unterdrückt.

Viele organische Säuren werden in der Form von Kalksalzen gährungsfähig, welche es für sich nicht sind. Der gewöhnliche äpfelsaure Kalk gährt, mit Bierhefe versetzt, eben so leicht wie Zuckerwasser; es

entwickelt sich in niedriger Temperatur reine Kohlensäure, und das äpfelsaure Kalksalz zerfällt in bernsteinsauren, essigsauren und kohlensauren Kalk; in höherer Temperatur entwickelt sich Wasserstoffgas und es bildet sich aus der Aepfelsäure eine große Menge Buttersäure.

Der milchsaure Kalk liefert, mit faulem Käse in Berührung, Kohlensäure, Wasserstoffgas, Buttersäure und Mannit.

Der weinsaure Kalk liefert Kohlensäure, Metacetonsäure und Essigsäure.

Durch die Neutralisation dieser Säuren mit Kalk wird ihre chemische Action auf das Ferment beseitigt, und es behält die Flüssigkeit während des Zersetzungsprocesses ihre Neutralität bei, weil der durch die Bildung einer organischen Säure einer höheren Ordnung oder von geringerem Sättigungsvermögen freiwerdende Kalk in Verbindung mit der gebildeten Kohlensäure als kohlensaurer Kalk unauflöslich niederfällt.

Die in dem Traubensaft und in den Pflanzensäften vorhandenen Gährungsvermittler sind ohne Ausnahme solche Materien, die eine mit dem Blute oder dem Kässtoff der Milch gleiche Zusammensetzung besitzen. Die Erzeugung dieser Blutbestandtheile in den Pflanzen, in der Weinrebe z. B., kann erhöht und gesteigert werden durch thierischen Dünger. Der Kuhmist (Kuhharn) ist reich an kohlensauren Alkalien, welche auf die Vermehrung der Zuckergehalte Einfluß haben. Die Menschenexcremente enthalten dagegen nur phosphorsaure Alkalien, sie wirken besonders günstig auf die Erzeugung der Blutbestandtheile, oder, wenn man will, der Gährungserreger in den Pflanzen ein.

Man sieht leicht, daß wir durch die Cultur selbst, durch eine zweckmäßige Wahl des Düngers den entschiedensten Einfluß auf die Qualität des Saftes ausüben können. Wir verbessern rationell den an Blutbestandtheilen reichen Most durch Zusatz von Zucker, der, was hier ganz gleichgültig ist, in dem Organismus einer anderen Pflanze erzeugt worden ist, oder wir setzen dem ausgepreßten Saft unserer unreifen Weintrauben die getrockneten reifen Weintrauben südlicher Klimate zu. In wissenschaftlichem Sinne sind dies wahre Verbesserungen, die in keiner Weise etwas Verfängliches an sich tragen.

Aenderungen in der Natur der Producte finden in jeder Gährung statt, theils veranlaßt durch einen Wechsel der Temperatur, theils durch Gegenwart anderer Materien, die in den Proceß der Umsetzung mit hereingezogen werden. So erhält man aus dem nämlichen Traubensafte, wenn er in verschiedenen Temperaturen gährt, Weine von ungleicher Güte und Beschaffenheit, je nachdem die Lufttemperatur im Herbste hoch oder niedrig ist; je nach der Tiefe des Kellers und seiner Temperatur während der Gährung, wechselt die Qualität, der Geruch und Geschmack des Weines. Eine ganz constante Temperatur des Gährungslocals und eine nicht stürmisch, sondern allmälig verlaufende Gährung sind die vorzüglichsten, von den Menschen abhängigen Bedingungen zur Erzielung eines edlen Weines. Nicht lange wird es dauern, und man wird bei der Weingährung den für die Fabrikation edlerer Biersorten so geeigneten tiefen Felsenkellern vor allen anderen den Vorzug geben; ihr Nutzen beruht hauptsächlich auf ihrer constanten Temperatur.

Der Einfluß, den fremde Substanzen auf die Producte der Weingährung ausüben, ist ganz besonders in die Augen fallend in der Gährung der Kartoffelmaische. Bekanntlich erhält man daraus durch Destillation neben dem Alkohol (Branntwein) eine ölige Flüssigkeit von giftigen Eigenschaften und höchst ekelhaftem Geruch und Geschmack.

Dieses sogenannte Fuselöl ist nicht fertig gebildet in den Kartoffeln, es ist ein Product der Umsetzung des Zuckers; denn man erhält es nicht allein aus der gegohrenen Kartoffel- und Getreidemaische, sondern auch in der Gährung der letzten Syrupe von der Darstellung des Runkelrübenzuckers.

Das Fuselöl, welches seinen chemischen Eigenschaften nach mit dem Alkohol in eine Classe gehört, ist Alkohol, von welchem sich die Elemente von Wasser getrennt haben. Zwei Fuselatome entstehen durch Zusammentreten von fünf Alkoholatomen unter Abscheidung von sechs Wasseratomen.

Die Bildung des Fuselöls, von dem man jetzt in den Spiritusfabriken so große Mengen als Nebenproduct gewinnt, daß man es zum Beleuchten der Locale benutzt, findet in gährenden Flüssigkeiten niemals statt, wenn diese Weinsäure oder Weinstein, Citronensäure oder gewisse bittere Substanzen (Hopfenbitter) enthalten; es erzeugt sich vorzüglich nur in alkalischen und neutralen Flüssigkeiten, oder in solchen, welche Essig- oder Milchsäure enthalten, und kann durch Zusatz von Weinstein zum großen Theil verhütet werden.

Der Geruch und Geschmack der Weine rührt stets von besonderen Verbindungen her, die sich in der Gährung erzeugen; die alten Rheinweine enthalten Essigäther, manche davon in kleinen Quantitäten Buttersäure-Aether, der ihnen einen, dem alten Jamaika-Rum ähnlichen angenehmen Geruch und Geschmack ertheilt. Alle enthalten Oenanthsäure-Aether, von dessen Vorhandensein der Weingeruch herrührt. Diese Verbindungen entstehen theils in der Gährung selbst, theils beim Lagern des Weines, durch die Einwirkung der vorhandenen Säuren auf den Alkohol des Weines. Die Oenanthsäure scheint in der Gährung gebildet zu werden, sie ist bis jetzt wenigstens in den Weintrauben nicht aufgefunden worden. Die in dem gährenden Safte vorhandenen freien Säuren nehmen den entschiedensten Antheil an der Entstehung dieser aromatischen Materien; die Weine südlicher Gegenden, welche aus ganz reifen Trauben gewonnen werden, enthalten Weinstein, aber keine freien organischen Säuren, sie haben kaum den eigenthümlichen Weingeruch und halten, in Hinsicht auf Bouquet oder Blume, mit den edlen französischen Weinen oder mit den Rheinweinen keinen Vergleich aus.

# Achtzehnter Brief.

Die Eigenschaften des gewöhnlichen thierischen Käses, der Einfluß, den seine kleinsten Theilchen, wenn sie sich im Zustande der Zersetzung und Umsetzung befinden, auf die ihnen zunächst liegenden Zuckertheile ausüben, sind merkwürdig genug, sie werden aber darin weit übertroffen durch den vegetabilischen Käs in der Mandelmilch. Es ist Jedermann bekannt, daß süße Mandeln, zu einem feinen Brei gestoßen und mit etwa dem vier- bis sechsfachen Gewicht Wasser angerührt, eine Flüssigkeit geben, welche in ihren äußeren Eigenschaften die größte Aehnlichkeit mit einer sehr fetten Kuhmilch hat. Wie bei dieser wird das milchähnliche Ansehen von fein zertheilten Oel- und Fetttheilchen hervorgebracht, die sich in der Ruhe auf der Oberfläche in Gestalt eines Rahms ablagern; wie die Thiermilch gerinnt sie beim Zusatz von Essig, und wird von selbst sauer, wenn sie längere Zeit stehen bleibt. Diese Mandelmilch enthält eine dem thierischen Käse in seinen Eigenschaften ganz gleiche Substanz von eben so großer Veränderlichkeit.

Der Thierkäse erleidet von dem Augenblick an, wo die Milch den Euter der Kuh verläßt, eine fortschreitende Veränderung, die freilich erst nach längerer Zeit in dem Gerinnen sichtbar wird; in ganz gleicher Weise erfolgt eine Umsetzung in den Elementen des Pflanzenkäses, sobald die süßen Mandeln in den Zustand der Mandelmich versetzt worden sind. Der Pflanzenkäse der Mandeln enthält, wie der Thierkäse, Schwefel, aber ein größeres Verhältniß Stickstoff, woher es denn kommen mag, daß der Thierkäse nicht in allen Stücken als Gährungsmittel dieselbe Wirkung hat. In Beziehung auf die Gährung des Zuckers haben übrigens beide einerlei Eigenschaften.

Setzt man einer Auflösung von Traubenzucker (welcher identisch mit dem Stärkezucker oder dem festen Bestandtheil des Bienenhonigs ist) Mandelmilch oder durch kaltes Pressen vom fetten Oel befreite Mandelkleie hinzu, so geräth, an einem warmen Orte stehend, die Flüssigkeit sehr bald in lebhafte Weingährung; man erhält daraus durch Destillation einen eigenthümlichen, wie wohl höchst angenehm schmeckenden Branntwein. Diese Wirkung besitzt der Thierkäse auch, aber der Pflanzenkäse der Mandelmilch bringt in einer Menge von organischen

Verbindungen, im Salicin und Amygdalin z. B., Zersetzungen und Umsetzungen hervor, welche der thierische Käse nicht bewirkt.

Das Salicin ist der Bestandtheil der Weidenrinde, welcher ihr den bekannten stark bitteren Geschmack und die Eigenschaft ertheilt, beim Betröpfeln mit concentrirter Schwefelsäure eine carminrothe Farbe anzunehmen; er ist durch Wasser leicht ausziehbar; im reinsten Zustande stellt er blendend weiße, feine, lange, seidenartig verwebte Nadeln dar. Das Salicin ist, wie der Zucker, stickstofffrei.

Bringt man Salicin in Mandelmilch, so verschwindet sehr bald der bittere Geschmack und macht einem rein süßen Platz. In diesem Zeitpunkt ist alles Salicin verschwunden und man hat nun Traubenzucker und einen neuen, von dem Salicin durchaus verschiedenen Körper, das Saligenin. Zucker und Saligenin enthalten die Elemente des Salicins. Ein Salicinatom zerfällt, ohne daß etwas hinzu- oder austritt, in Berührung mit dem Pflanzenkäse der Mandelmilch in ein Zuckeratom und ein Saligeninatom.

Noch weit merkwürdiger ist das Verhalten dieses Pflanzenkäses gegen das Amygdalin; die eigenthümlichen Producte, welche aus den bittern Mandeln erhalten werden, sind lange Zeit hindurch für ein kaum lösbar scheinendes Räthsel gehalten worden, bis man das Amygdalin als einen Bestandtheil derselben entdeckte und sein Verhalten gegen den Pflanzenkäse erkannte.

Werden die bittern Mandeln fein gepulvert und mit Wasser der Destillation unterworfen, so erhält man ein starkriechendes Wasser, welches milchig getrübt ist durch eine Menge darin herumschwimmender Oeltröpfchen, die nach und nach als Oelschicht sich zu Boden setzen. Es ist dies ein flüchtiges Oel von dem stärksten Geruch und Geschmack nach bittern Mandeln, schwerer als Wasser und noch dadurch ausgezeichnet, daß es an der Luft unter Sauerstoffaufnahme zu geruchlosen Krystallen von Benzoesäure erstarrt; außer diesem flüchtigen Bittermandelöl, welches jetzt in Menge als Parfümerie-Artikel im Handel vorkommt, enthält das übergegangene Wasser noch eine beträchtliche Menge Blausäure.

Blausäure und Bittermandelöl, zwei Producte der Destillation der bittern Mandeln mit Wasser, sind nun als solche in den bittern Mandeln schlechterdings nicht nachzuweisen. Wären beide darin fertig gebildet vorhanden, so wie das Terpentinöl in dem Fichtenharz oder das Rosenöl in der Rose, so würde man voraussetzen müssen, daß es, ähnlich wie diese, durch fette Oele oder andere Lösungsmittel daraus ausziehbar sein würde, allein das aus den bittern Mandeln durch Pressen gewonnene fette Oel ist eben so mild und geschmacklos wie das aus süßen Mandeln; es läßt sich darin keine Blausäure oder flüchtiges Bittermandelöl entdecken, obwohl diese leicht löslich darin sind. Kocht man die bittern Mandeln mit Alkohol aus, so findet sich auch in diesem keine Spur weder von Blausäure noch von flüchtigem Bittermandelöl; man erhält aber daraus nach dem Verdunsten des Alkohols einen schönen weißen, krystallinischen Körper, der in seiner leicht erfolgenden Lösung in Wasser

einen schwach bittern Geschmack besitzt und von dem Zucker und dem Salicin durch einen geringen, aber nie fehlenden Stickstoffgehalt sich wesentlich unterscheidet. Aus diesem Körper mußte die Blausäure und das Bittermandelöl entstanden, oder die sie liefernden unbekannten Materien in den Mandeln müssen zu Amygdalin durch die Wirkung des Alkohols zusammengetreten sein, — dies war der Schluß, zu welchem der Entdecker des Amygdalins geführt wurde; und da er den Schlüssel zum Räthsel nicht fand, so schrieb er, wie dies so häufig geschieht, die Bildung des Amygdalins oder seine Umwandlung in Blausäure und Bittermandelöl der Mitwirkung eines unfaßbaren, unbegreiflichen Wesens zu, welches sich seiner Natur nach der menschlichen Erkenntniß entzöge.

Alles hat sich aber höchst einfach erklärt; es hat sich gezeigt, daß, wenn man eine Auflösung von Amygdalin in Wasser mit frischer Mandelmilch zusammenbringt, es sich in wenigen Augenblicken zerlegt, und in Folge einer neuen Ordnungsweise das Amygdalinatom sich in Blausäure, flüchtiges Bittermandelöl und Zucker spaltet, deren Elemente (im Ganzen 90 Atome) sich bis auf vier Wasseratome, welche hinzugetreten sind, in dem Amygdalinatom zu einer einzigen Gruppe vereinigt finden.

Die Menge des Amygdalins, welche durch die Wirkung des Pflanzenkäses unter diesen Umständen in diese Verbindungen zerfällt, ist einigermaßen abhängig von der Menge des Wassers in der Mischung; je nachdem das Wasser hinreicht um alle Producte, die sich bilden, aufzulösen oder nicht, wird alles Amygdalin oder nur ein Theil davon zersetzt. Das flüchtige Bittermandelöl braucht zu seiner Auflösung dreißig Theile Wasser, die anderen Producte bedürfen weniger. Setzt man nun der Mandelmilch so viel Amygdalin hinzu, daß auf dreißig Theile Wasser nicht mehr als ein Theil des erzeugten Bittermandelöls kommt, so verschwindet alles Amygdalin; setzt man der Mischung mehr Amygdalin hinzu, so erleidet dies keine weitere Veränderung mehr. Man sieht leicht, daß die chemische Verwandtschaft des Wassers (sein Lösungsvermögen) in diesem Zersetzungsproceß eine Rolle spielt; seine Anziehung zu einem der Producte wirkt als eine Ursache der Umsetzung mit ein. Da nun der weiße Bestandtheil der bittern Mandeln ganz identisch ist mit dem Pflanzenkäse der süßen Mandeln, so sieht man leicht ein, daß das Bestehen des Amygdalins in den Mandelkernen lediglich an die Menge der darin enthaltenen Feuchtigkeit gebunden ist. Eine der kleinen Menge Wasser in dem Kerne entsprechende Menge Amygdalin ist darin nur seinen Producten nach da; werden die Kerne fein zerstoßen mit mehr Wasser zusammengebracht, in Mandelmilch z. B. verwandelt, so nimmt mit der Menge des zugesetzten Wassers der Amygdalingehalt ab, bis er dann zuletzt, bei mehr Wasser, völlig verschwindet.

Das Verhalten des Amygdalins und des weißen, käseähnlichen Bestandtheils der Mandelkerne gewinnt ein noch höheres Interesse, wenn man sich erinnert, daß die Gegenwart von Amygdalin in den Kernen von dem zufälligen Standorte des Baumes abhängig ist. Zwischen zwei

Bäumen, von denen der eine süße, der andere bittere Mandeln trägt, haben die Botaniker keine wahrnehmbare Verschiedenheit gefunden. Es sind Fälle bekannt, wo das einfache Versetzen einen Baum süße Mandeln tragen machte, der vorher bittere Mandeln lieferte; gewiß eines der interessantesten Beispiele des Einflusses, den gewisse Bestandtheile im Boden auf den Lebensproceß der Pflanzen ausüben.

Der Einfluß, welchen die Gegenwart von Wasser auf die Existenz gewisser organischer Verbindungen ausübt, geht aus den angeführten Thatsachen zur Genüge hervor; es giebt noch eine Menge anderer, welche zu viel Interesse darbieten, als daß sie hier übergangen werden könnten.

Jedermann weiß, daß gepulverter schwarzer Senf, mit Wasser zu einem Brei angerührt, nach wenigen Minuten eine Mischung giebt, welche auf die Haut eine außerordentlich reizende, ja Blasen ziehende Wirkung äußert. Diese Wirkung rührt von einem flüchtigen, sauerstofffreien, schwefelhaltigen Oele her, welches man durch Destillation mit Wasser, ganz wie das Bittermandelöl aus bittern Mandeln gewinnen kann.

Diesem Oele verdankt der gewöhnliche Tafelsenf seinen Geruch und Geschmack; im reinsten Zustande ist es von furchtbarer Schärfe.

In dem Senfsamen ist nun keine Spur von diesem Oele enthalten, das daraus gepreßte fette Oel ist mild und ohne Schärfe; das flüchtige Oel entsteht aus einem nicht scharfen, schwefel- und stickstoffreichen Körper, der durch die Wirkung des in den Samen enthaltenen Pflanzenkäses, beim Hinzubringen einer hinreichenden Menge Wassers, augenblicklich eine Umsetzung erfährt; das flüchtige Senföl ist eins der aus seinen Elementen hervorgehenden neuen Producte.

Aehnlich wie der Pflanzenkäse in den Samen der Senfpflanze und des Mandelbaums durch den Zustand der Umsetzung, in den er bei Gegenwart von Wasser augenblicklich übergeht, eine zersetzende Wirkung auf andere Bestandtheile der nämlichen Samen ausübt, verhalten sich die dem Pflanzenkäse ähnlich zusammengesetzten schwefel- und stickstoffhaltigen Bestandtheile beinahe aller Pflanzensamen und namentlich der in den Getreidearten enthaltene sogenannte Kleber.

Roggenmehl, Weizenmehl und andere Mehlsorten geben mit der zwanzigfachen Menge Wasser von fünfundsiebenzig Grad einen dicken Kleister, der nach wenigen Stunden schon in dieser Temperatur dünnflüssig wird und einen rein süßen Geschmack annimmt; das Amylon des Mehls nimmt eine gewisse Menge Wasser auf und geht in Folge einer neuen Ordnungsweise seiner Atome zuerst in eine Art Gummi, sodann in Traubenzucker über. Diese Umwandlung wird bedingt durch den in Zersetzung übergehenden Kleber des Mehls; das Flüssigwerden des Teiges in der Brodbereitung beruht auf derselben Ursache.

Bei dem Keimen des Getreides geht ganz dieselbe Zuckerbildung vor sich; alles in dem Weizen-, Roggen-, Gerstensamen enthaltene Stärkmehl wird mit der Entwickelung des Keimes durch den Einfluß der

daneben liegenden Klebertheilchen in Zucker überführt. Der Kleber selbst nimmt ganz veränderte Eigenschaften an, er wird, wie das Stärkmehl in Wasser löslich. Wird der wässerige Auszug des gekeimten Getreides (des Malzes), die sogenannte Würze in der Bierbereitung, bis zum Sieden erhitzt, so scheidet sich eine Menge dieses löslich gewordenen Klebers in einem Zustande ab, in welchem er sich vom geronnenen thierischen Eiweiß den Eigenschaften und der Zusammensetzung nach nicht mehr unterscheiden läßt. Der übrige Theil des Klebers befindet sich in der Würze in Auflösung; wenn sie mit Hopfen gekocht, durch Eindampfen concentrirt und nach dem Abkühlen mit Bierhefe versetzt wird, so erhält man nach vollendeter Gährung das Bier, und es scheidet sich der aufgelöst gebliebene Kleber als Bierhefe ab, deren Menge zwanzig bis dreißigmal mehr als die zugesetzte Hefe beträgt.

In der lebenden Natur beobachten wir in einem großen Maßstabe Erscheinungen ähnlicher Art, welche von ganz gleichen oder ähnlichen Ursachen bedingt werden. Viele Holzpflanzen enthalten gegen den Herbst hin in der Holzsubstanz abgelagert eine dem Stärkmehl der Kartoffeln oder der Getreidearten ganz gleiche Substanz, welche mit dem erwachenden Leben in der Pflanze im Frühling in Zucker übergeführt wird. Der aufsteigende Saft des Ahorns ist so reich an Zucker, daß man ihn an Orten, wo er als Wald vorkommt, zur Zuckergewinnung benutzt. Wir haben allen Grund zu glauben, daß dieser Zucker in Folge einer ähnlichen Umsetzung gebildet wird, wie der Zucker in keimenden Samen.

Das Süßwerden oder das sogenannte Nachreifen des Winterobstes auf dem Lager ist der Erfolg einer wahren Gährung. Die unreifen Aepfel und Birnen enthalten eine beträchtliche Menge Stärkmehl, welches durch den in Zersetzung übergehenden stickstoffhaltigen Bestandtheil des Saftes in Zucker übergeführt wird.

Als ein Product der Gährung von Fichtenreisig (der Blätter und kleinen Zweige) hat Redtenbacher neuerdings die Ameisensäure aufgefunden. Diese Entdeckung ist um so interessanter, da sie wahrscheinlich der Schlüssel zu dem Gehalte dieser Säure in den Ameisen ist, namentlich derjenigen Arten, die in ihrer Nahrung keine Stoffe genießen, woraus sich Ameisensäure bilden könnte.

Die thierische Haut, die Schleimhaut des Magens und der Eingeweide, die Substanz der Harnblase haben eine Menge Eigenschaften mit dem Kleber und der Hefe gemein. In frischem Zustande haben diese Stoffe nicht die mindeste Wirkung auf Amylon oder Milchzucker, allein nur wenige Stunden im Wasser liegend, oder feucht der Luft ausgesetzt, gehen sie in einen Zustand der Zersetzung über, der sie fähig macht, das Amylon in Zucker, den Milchzucker in Milchsäure mit außerordentlicher Schnelligkeit überzuführen.

Seit undenklichen Zeiten wird diese Eigenschaft der Schleimhaut des Magens junger Kälber benutzt, um die Milch in der Käsebereitung zum Gerinnen zu bringen, oder, was das Nämliche ist, die Scheidung des Käses von den übrigen Bestandtheilen der Milch zu bewirken.

Der Käse verdankt seine Löslichkeit in der Milch dem Vorhandensein von phosphorsaurem und freiem Alkali, dessen Gegenwart meist an dem Blauwerden von geröthetem Lakmuspapier in der frischen Milch leicht erkannt werden kann. Der Zusatz von einer jeden Säure, wodurch das Alkali hinweggenommen wird, macht, daß sich der Käse in seinem natürlichen, unlöslichen Zustande abscheidet. Diese für das Gerinnen der Milch unentbehrliche Säure wird in der Käsebereitung nicht zugesetzt, sondern in der süßen Milch auf Kosten des vorhandenen Milchzuckers erzeugt. Eine kleine Menge Wasser, welche mit einem Stückchen Labmagen einige Stunden oder über Nacht in Berührung gelassen war, nimmt eine kaum wägbare Menge der in Zersetzung übergegangenen Schleimhaut auf, und der Milch zugemischt, überträgt sich der Zustand derselben, nicht dem Käse, sondern was hier das Wichtigste ist, dem Milchzucker, dessen Elemente sich in Milchsäure umsetzen, wodurch das Alkali neutralisirt und der Käse zum Abscheiden gebracht wird. Vermittelst Lackmuspapier läßt sich dieser Proceß in allen seinen Stadien verfolgen; mit dem beginnenden Gerinnen vermindert sich die alkalische Reaction der Milch, sie wird neutral; wird der Käse nicht sogleich von den Molken getrennt, so schreitet die Milchsäurebildung fort, die Flüssigkeit wird sauer und der Käse selbst geht in Zersetzung über.

Der frische, weiße, durch Auspressen und Salzzusatz von dem Wasser und Milchzucker sorgfältig befreite Käse ist ein Gemenge von Butter und Käsestoff; er enthält allen phosphorsauren Kalk und einen Theil des phosphorsauren Natrons der Milch; beim Aufbewahren in kühlen Räumen geht eine Reihe von Veränderungen in ihm vor, in deren Folge er ganz neue Eigenschaften gewinnt; er wird allmälig durchscheinend, durch seine ganze Masse hindurch mehr oder weniger weich, nimmt eine schwach saure Reaction und den eigenthümlichen Käsegeschmack und Käsegeruch an. Frisch ist er sehr wenig löslich in Wasser, aber zwei bis drei Jahre sich selbst überlassen, wird er von kaltem Wasser, namentlich wenn das vorhandene Fett vorher entfernt wird, beinahe völlig zu einer Flüssigkeit aufgenommen, die, wie die Milch, von Essigsäure und Mineralsäuren zum Gerinnen gebracht wird. Der unlösliche Käse kehrt beim sogenannten Reifen in einen ähnlichen Zustand, wie in der Milch, zurück. In den beinahe geruchlosen englischen, holländischen, Schweizer und besseren französischen Käsesorten ist der Käsestoff zum größten Theil unverändert vorhanden, ihr Geruch und Geschmack rühren von der zersetzten Butter her. Die Margarin- und Oelsäure, die nicht flüchtigen, die Buttersäure, Caprin- und Capronsäure, die flüchtigen Säuren der Butter, werden in Folge der Zersetzung des Oelzuckers frei.

Die flüchtigen Säuren ertheilen dem Käse seinen eigentlichen Käsegeruch, die Verschiedenheit seines stechenden aromatischen Geschmacks ist von dem Verhältniß der frei vorhandenen Buttersäure, Caprin- und Capronsäure abhängig.

Der Uebergang des Käsestoffs aus dem unlöslichen in den löslichen Zustand beruht auf der Zersetzung des phosphorsauren Kalkes durch

die Margarinsäure der Butter; es entsteht margarinsaurer Kalk, während die Phosphorsäure mit dem Käsestoff sich zu einer in Wasser löslichen Verbindung vereinigt.

In den schlechteren Käsesorten, namentlich den magern Käsen, rührt der Geruch von schwefel= und ammoniakhaltigen, übelriechenden Producten her, die sich durch die Zersetzung (Fäulniß) des Käsestoffs bilden. Die Uebertragung der eintretenden Veränderung, welche die Butter (in dem Verwesungsproceß, den man in diesem Falle das Ranzigwerden nennt,) oder der noch vorhandene Milchzucker erfährt, auf den Käsestoff, verändert, wie sich von selbst versteht, mit der Zusammensetzung seine Nahrhaftigkeit und Ernährungsfähigkeit; eine sorgfältige Entfernung des Milchzuckers (der Molken) und eine niedrige Temperatur während der Zeit des sogenannten Reifens sind, die übrigen als gegeben vorausgesetzt, die Hauptbedingungen zur Bereitung edler Käsesorten*).

Der Unterschied im Geschmack und Geruch der verschiedenen Käsesorten hängt von der Methode der Darstellung, von dem Zustande des Labs, dem Salzzusatz und den atmosphärischen Bedingungen während der ganzen Dauer der Behandlung ab; gewiß ist, daß die von den Thieren genossenen, namentlich aromatischen Pflanzen nicht ganz ohne Einfluß auf die Qualität des Käses sind; aber dieser Einfluß ist höchst untergeordnet. Die Milch der Kuh ist im Frühling, Sommer und Herbst höchst ungleich in ihrer Zusammensetzung, was in den daraus in einer Gegend bereiteten Käsen keine in die Augen fallende Verschiedenheit zur Folge hat. Die nämliche Fläche könnte in verschiedenen Zeiten keinen Käse von gleicher oder ähnlicher Beschaffenheit liefern, wenn die Verschiedenheit der Pflanzen wirklich hierbei in Betracht käme, eben weil die Entwickelung und Blüthe der Pflanzen, von denen die Milch stammt, einer verschiedenen Jahreszeit angehörte. Das ganze Fabrikationsverfahren ist in Chester ganz anders als in Glocestershire, und da wieder anders wie in der Gegend, wo die Stilton=Käse gemacht werden.

Das Lab von jungen Kälbern oder die Schleimhaut des Magens der Thiere überhaupt zeigt nun neben der Fähigkeit, den Milchzucker in

*) Die Qualität des so vorzüglichen, aus Schafmilch bereiteten Roquefort=Käses hängt ausschließlich von den Räumen ab, in denen die gepreßten Käse während der Zeit des Reifens aufbewahrt werden; es sind dies mit Gebirgsgrotten oder Spalten in Verbindung stehende Keller, die durch Luftströme aus den Spalten des Gebirgs sehr kühl (5 bis 6 Grad) erhalten werden. Je nach ihrer Temperatur haben diese Keller einen höchst ungleichen Werth. Giron (Ann. de chimie et de phys. XLV. p. 371) führt an, daß ein Keller, dessen Construction nicht über zwölftausend Franken gekostet hatte, zu zweimalhundertfünfzehntausend Franken verkauft worden. Dieser Preis dürfte wohl als ganz entscheidend für den Einfluß angesehen werden können, den die Temperatur auf die Qualität der Käse hat.

Milchsäure umzuwandeln, noch die Eigenschaft, feste thierische Stoffe bei Gegenwart von schwacher Salzsäure auflöslich zu machen oder zu verflüssigen, und die hierbei beobachteten Erscheinungen haben auf den Verdauungsproceß im lebendigen Thierkörper ein unerwartetes Licht verbreitet. Vielen sogenannten Gährungserregern oder Fermenten gehört dieses flüssigmachende Vermögen in einem gewissen Stadium ihrer Umsetzung an, wir haben es beim Malzauszug und Kleber in Beziehung auf das Amylon schon kennen gelernt; allein in dieser Eigenschaft werden beide von der Magenschleimhaut bei weitem übertroffen. Wenn man ein Stückchen Labmagen einige Stunden in warmes Wasser legt, welches mit so wenig Salzsäure versetzt ist, daß es kaum bemerklich sauer schmeckt, so hat man eine Flüssigkeit, die auf gekochtes Fleisch, auf Kleber und hart gesottenes Eiweiß genau so wirkt, wie der Magensaft im lebendigen Magen, welcher gleich dieser künstlichen Verdauungsflüssigkeit eine von einer freien Säure herrührende saure Reaction besitzt. Einer Temperatur von siebenunddreißig Grad (der Temperatur des Magens) ausgesetzt, wird das Muskelfleisch, das hartgesottene Eiweiß sehr rasch an den Rändern schleimig und durchscheinend und nach wenig Stunden schon zu einer von Fetttheilchen schwach getrübten Flüssigkeit vollkommen aufgelöst. Die auflösende Fähigkeit, welche die Salzsäure für sich besitzt, wird durch eine kaum wägbare Menge der in den Zustand der Umsetzung übergegangenen Schleimhaut in dem Grade beschleunigt, daß die Auflösung jetzt in dem fünften Theil der Zeit, die sonst dazu gehört, vor sich geht. Die neuere Physiologie hat dargethan, daß in jeder Verdauung sich die ganze äußerste Magenoberhaut, das Epithelium, ablöst; es kann keinem Zweifel unterliegen, daß die Substanz derselben, mit Sauerstoff in Berührung, den der Speichel in der Form von schaumartig eingeschlossener Luft dem Magen zuführt, eine Veränderung erfährt, in deren Folge die Auflösung und Verflüssigung des Mageninhaltes in der kürzesten Zeit erfolgt.

Man hat eine Zeit lang geglaubt, daß das beschleunigende Auflösungsvermögen, welches die Magenschleimhaut der salzsäurehaltigen Flüssigkeit ertheilt, von der Gegenwart eines eigenthümlichen Stoffes, einer Art Verdauungsstoff, abhängig sei; dieselbe Meinung hat man in Beziehung auf den im Malzauszug enthaltenen Stoff gehegt, durch welchen das Amylon in Zucker übergeführt wird; man hat diesen Materien sogar besondere Namen gegeben. Allein was man mit Pepsin oder Diastase bezeichnet, ist nichts anderes, als der in Zersetzung übergangene Theil der Schleimhaut oder des Klebers; ihre Wirkungen sind, wie bei der Hefe, nur von ihrem Zustande abhängig.

Mit einem Stück Magenhaut können wir in einem gewissen Zustande der Zersetzung eine Menge thierischer Stoffe zur Auflösung bringen; in einem anderen Stadium führen wir damit Amylon in Zucker, Zucker in Milchsäure, Mannit und Schleim, oder in Alkohol und Kohlensäure über. So verhält es sich denn auch mit einem wässerigen Auszug von frischem Gerstenmalz, in welchem Stärkekleister in

wenigen Minuten in Traubenzucker übergeführt werden kann; er verliert diese Fähigkeit in wenigen Tagen schon, und nimmt jetzt die Eigenschaft an, den Traubenzucker in Milchsäure, Mannit und Gummi umzuwandeln; nach acht bis zehn Tagen verliert sich auch diese vollkommen, der Auszug wird trübe, und mit Zucker in Berührung, bewirkt er jetzt die Zerlegung des Zuckeratoms in Alkohol und Kohlensäure.

Die in dem Vorhergehenden berührten Erscheinungen, in ihrer wahren Bedeutung aufgefaßt, beweisen, daß die in den Gährungsprocessen vor sich gehenden Umwandlungen und Zersetzungen durch eine Materie bewirkt werden, deren kleinste Theilchen sich in einem Zustand der Umsetzung und Bewegung befinden, die sich anderen nebenliegenden ruhenden Atomen mittheilt, so daß auch in diesen, in Folge der eingetretenen Störung des Gleichgewichtes der chemischen Anziehung, die Elemente und Atome ihre Lage ändern und sich zu einer oder mehreren neuen Gruppen ordnen.

Wir beobachten, daß die in den Gährungen gebildeten Producte wechseln mit der Temperatur und dem Zustand der Umsetzung, in welchem sich die Theilchen des Gährungserregers befinden; es ist klar, daß die neue Ordnungsweise der Atome, welche die Natur und die Eigenschaften der neugebildeten Producte bedingt, in einer ganz bestimmten Beziehung steht zu der Art und Weise, zu der Richtung und Stärke der auf sie einwirkenden Bewegung.

Alle organischen Stoffe sind Gährungserreger oder Fermente, sobald sie in Fäulniß übergegangen sind; in einem jeden organischen Atom pflanzt sich die eingetretene Veränderung fort, das in sich selbst, durch die in ihm thätige Kraft, nicht vermögend ist, die Bewegung durch Widerstand aufzuheben. Faulendes Fleisch, Blut, Galle, die Schleimhaut des Magens theilen mit den in Pflanzentheilen oder Pflanzensäften vorkommenden Substanzen einerlei Vermögen; die Gährung erregenden Materien, worunter man diejenigen complexen Atome begreift, die bei der bloßen Berührung mit Wasser oder Sauerstoff in Selbstentmischung übergehen, besitzen Eigenschaften, die allen gemein sind; sie üben, ein jeder für sich, wieder besondere Wirkungen aus, durch die sie sich wesentlich von einander unterscheiden. Die letzteren stehen in der engsten Beziehung zu ihrer Zusammensetzung. Der Pflanzenkäse der Mandeln wirkt auf Amylon und Zucker ganz wie Kleber oder Hefe, allein diese beiden letzteren sind nicht vermögend, das Salicin in Saligenin und Zucker, das Amygdalin in Blausäure und Bittermandelöl zerfallen zu machen. In ähnlicher Weise erlangen thierische Membranen in gewissen Zuständen alle Eigenschaften des gährenden thierischen Käses, allein letzteres hat auf das Lösungsvermögen der Salzsäure, auf die Verflüssigung von gekochtem Eiweiß und Fleisch keinen bemerklichen Einfluß.

Alle Erscheinungen der Gährung zusammengenommen, beweisen den längst schon von Laplace und Berthollet aufgestellten Grundsatz, „daß ein durch irgend eine Kraft in Bewegung gesetztes

Atom (Molecule) seine eigene Bewegung einem anderen Atom mittheilen kann, welches sich in Berührung damit befindet." Dies ist ein Gesetz der Dynamik, von der allgemeinsten Geltung überall, wo der Widerstand (die Kraft, Lebenskraft, Verwandtschaft, elektrische Kraft, Cohäsionskraft), der sich der Bewegung entgegensetzt, nicht hinreicht, um sie aufzuheben.

Als eine neu erkannte Ursache der Form- und Beschaffenheitsveränderung in chemischen Verbindungen ist dieses Gesetz der größte und bleibendste Gewinn, den das Studium der Gährung der Wissenschaft erworben hat.

---

# Neunzehnter Brief.

Die erste und wichtigste Ursache aller Umwandlungen und Veränderungen, welche die organischen Atome erleiden, ist, wie in dem vorhergehenden Briefe erwähnt, die chemische Action des Sauerstoffs; Gährung und Fäulniß stellen sich erst in Folge eines beginnenden Verwesungsprocesses ein; ihre Vollendung ist die Herstellung eines Gleichgewichtszustandes; indem sich der Sauerstoff mit einem der Elemente des organischen Körpers verbindet, wird der ursprüngliche Zustand des Gleichgewichtes der Anziehung aller Elemente aufgehoben, er zerfällt und spaltet sich in Folge der Ausgleichung aller Anziehungen in eine Reihe von neuen Producten, welche, wenn nicht neue Störungen, neue Ursachen der Veränderung auf sie einwirken, keinem weiteren Wechsel in ihren Eigenschaften mehr unterliegen.

Allein wenn auch die chemische Action, welche die Elemente der organischen Atome in der Gährung und Fäulniß auf einander auszuüben vermögen, in der Art sich völlig ausgleicht, daß zwischen den Anziehungen der neugebildeten Producte ein Ruhestand sich einstellt, so findet ein solches Gleichgewicht in Beziehung auf ihre Anziehung zum Sauerstoff in keiner Weise statt. Die chemische Action des Sauerstoffs hört erst dann auf, wenn die Fähigkeit ihrer Elemente, sich mit Sauerstoff zu verbinden, erschöpft ist. Die chemische Action des Sauerstoffs ist ja nichts anderes, als das Streben nach Verbindung; eine Ausgleichung dieses Strebens kann, wie sich von selbst versteht, erst dann eintreten, wenn durch die Wirkung des Sauerstoffs Producte gebildet werden, denen das Vermögen, noch mehr Sauerstoff in sich aufzunehmen, völlig abgeht; erst dann befinden sich ihre eigenen Anziehungen mit denen des Sauerstoffs im Gleichgewicht.

Die Gährung oder Fäulniß stellt ein Stadium des Rückganges der zusammengesetzteren organischen Atome in einfachere Verbindungen dar; mit dem Uebergang der Producte der Gährung und Fäulniß in luftförmige Verbindungen durch den Verwesungsproceß vollendet sich der Kreislauf; die Elemente der organischen Wesen, welche ursprünglich, ehe sie Antheil an den Lebensprocessen nahmen, Sauerstoffverbindungen waren, der Kohlenstoff und Wasserstoff, nehmen die Form von Sauerstoffverbindungen wieder an. Der Verwesungsproceß ist ein bei gewöhnlicher Temperatur erfolgender Verbrennungsproceß, in welchem die

Elemente der organischen Atome oder die Producte der Gährung und Fäulniß der Pflanzen- und Thierleiber sich allmälig mit dem Sauerstoff der Luft verbinden.

Kein Organismus, kein Theil eines Thieres oder einer Pflanze ist fähig, nach dem Verlöschen der Lebensthätigkeit der chemischen Action, welche Luft und Feuchtigkeit auf sie ausüben, zu widerstehen, denn aller Widerstand, den sie als Träger und Vermittler der Lebensäußerungen vorübergehend besaßen, hört mit dem Tode völlig auf; ihre Elemente fallen der unbeschränkten Herrschaft der chemischen Kräfte wieder anheim.

Mit der Lichtung der Urwälder Amerika's, mit der erhöhten Leichtigkeit des Zutritts der Luft zu dem an Pflanzenüberresten so reichen Boden ändert sich allmälig seine Beschaffenheit; nach einer gewissen Anzahl von Jahren findet sich keine Spur dieser Ueberreste mehr vor. Die Oberfläche Germaniens war zu Tacitus Zeiten mit einem undurchdringlichen Walde bedeckt; der Boden muß damals dieselbe Beschaffenheit gehabt haben, wie die Dammerde der Urwälder Amerika's; aber alle diese Producte des Pflanzenlebens sind für unsere Wahrnehmung völlig verschwunden. Die Milliarden von Schalthieren und anderen Thieren, deren Ueberreste ganze Gebirgslager bilden, — ihre Leiber sind nach dem Tode in Gährung und Fäulniß und durch die fortdauernde Einwirkung der Atmosphäre in luftförmige Verbindungen übergegangen, und ihre Gehäuse, ihre Knochen, ihre unzerstörbaren Bestandtheile legen Zeugniß ab von einem unausgesetzt verlöschenden und stets sich wieder erneuernden Leben.

Nur an Orten oder in Lagen, wo der Zutritt des Sauerstoffs beschränkt oder abgeschlossen war, finden wir, wie in den Torf- und Braunkohlenlagern, die erkennbaren Ueberreste urweltlicher Vegetationen in einem verlangsamten Zustande der Verwesung noch vor.

Zum Eintreten und zur Vollendung des Oxydationsprocesses der Verwesung sind Wasser und eine angemessene Temperatur, ganz wie bei der Gährung oder Fäulniß, durchaus nothwendige Bedingungen; Austrocknen oder Eiseskälte hebt alle Verwesungs- und Gährungsprocesse auf; die Uebertragung der eingetretenen Selbstentmischung von einem Theilchen zum anderen setzt einen Ortswechsel, die Beweglichkeit dieser Theilchen voraus, welche durch das Wasser möglich gemacht und vermittelt wird; bei der Verwesung ist es insbesondere eine gewisse erhöhte Temperatur, wodurch die Fähigkeit der Elemente, sich mit dem Sauerstoff der Atmosphäre zu verbinden, gesteigert wird.

Eine Menge organischer Materien ist im feuchten Zustande fähig, Sauerstoff aufzunehmen; vielen anderen, man kann sagen den meisten, geht diese Fähigkeit für sich völlig ab.

Wenn wir feuchtes Heu oder faules Holz in ein Gefäß mit Luft bringen, so ändern sich in sehr kurzer Zeit alle Eigenschaften dieser Luft. Ein angezündeter Holzspan, der im Anfange darin fortbrannte, verlischt nach zwei bis drei Stunden in dieser Luft ganz so, wie wenn man ihn brennend in Wasser getaucht hätte. Eine genauere Untersuchung ergiebt, daß aller Sauerstoff der Luft völlig verschwunden, und

daß seine Stelle eingenommen ist durch ein dem Sauerstoff gleiches Volumen Kohlensäure. Wird die kohlensäurehaltige Luft entfernt und durch frische ersetzt, so stellt der nämliche Proceß sich auf's Neue ein, ihr Sauerstoff verwandelt sich in Kohlensäure. Wenn wir das Holz oder Heu angezündet in dieser Luft hätten verbrennen lassen, so wäre die eingetretene Veränderung der Luft ganz die nämliche gewesen.

In dem Bleichen der Farben an der Luft oder der sogenannten Rasenbleiche hat man den Verwesungsproceß in einem großen Maßstabe in technischer Anwendung. Die Leinwand oder Baumwolle ist gewöhnliche Holzfaser, mehr oder weniger gefärbt, durch fremde, in der Pflanze enthaltene oder in der Darstellung hinzugekommene organische Substanzen. Mit Wasser benetzt und dem Sonnenlichte ausgesetzt, stellt sich augenblicklich an der ganzen Oberfläche ein langsamer Verbrennungsproceß ein, der Sauerstoff der das Zeug berührenden Luft wird unausgesetzt in Kohlensäure verwandelt. Das Gewicht des Stoffes nimmt, eben weil er verbrennt, in jeder Zeitsecunde ab, die färbenden Materien verschwinden allmälig und mit ihnen eine beträchtliche Menge Holzfaser, indem ihre Elemente in Sauerstoffverbindungen übergehen. Bei einer länger dauernden Einwirkung verliert das Zeug seinen Zusammenhang und verwandelt sich in eine der Papiermasse ähnliche Materie, welche fortfährt zu verwesen, so lange die Bedingungen zur Sauerstoffaufnahme oder zur Verwesung noch vorhanden sind.

In einer ganz ähnlichen Weise, wie das Holz, wie der stickstofffreie Hauptbestandtheil der Pflanzen, verhalten sich die stickstoffhaltigen. Frisches Fleisch, die gewöhnliche Bier- oder Weinhefe, eins der ersten Producte der Umsetzung der stickstoffhaltigen Bestandtheile der Pflanzen durch Gährung, entziehen der Luft ihren Sauerstoff, und geben an sie, wie das Holz, ein gleiches Volumen Kohlensäure zurück. So fanden sich bei der Verlegung des Kirchhofes des Innocenz aus dem Innern der Stadt vor die Thore von Paris die meisten Leichen, dem Anscheine nach, in Fett verwandelt. Die Substanz der Haut, Muskeln, Zellen und Sehnen war bis auf die Knochen völlig verschwunden, nur das der Verwesung am längsten widerstehende Fett der Leichen war als Margarinsäure zurückgeblieben, von welcher damals Hunderte von Centnern von den Seifensiedern in Paris zu Lichtern und Seife verarbeitet wurden. Von Fleisch, welches man in fließendem Wasser aufhängt oder in feuchter Erde vergräbt, bleibt nach einem gewissen Zeitraume nichts als das darin enthaltene Fett zurück.

Alle verwesenden Materien verhalten sich in feuchtem Zustande gegen die Luft bei gewöhnlicher Temperatur ganz, wie wenn man sie getrocknet der Glühhitze ausgesetzt hatte; sie gehen in den Zustand der Sauerstoffaufnahme über, sie verbrennen.

Dem Weingeist, einem anderen Producte der Gährung zuckerhaltiger Pflanzensäfte, geht das Vermögen, so wie diese zu verwesen, völlig ab; in reinem Zustande oder mit Wasser gemischt der Luft ausgesetzt, verdampft er zuletzt, allein ohne sich mit Sauerstoff zu verbinden; man weiß, daß er sich in höherer Temperatur leicht entzündet und zu Kohlen-

säure und Wasser verbrennt; es ist klar, daß seine Elemente eine große Verwandtschaft zum Sauerstoff haben, die höhere Temperatur ist ja nur eine Bedingung zu ihrer Aeußerung. Ganz wie der Weingeist verhalten sich Wasserstoffgas und viele brennbare Körper; erst in gewissen Wärmegraden äußert sich ihre Verwandtschaft zum Sauerstoff.

Auch in dem Verwesungsproceß hat man den merkwürdigen Einfluß erkannt, den eine im Zustande der Umsetzung oder Thätigkeit begriffene Materie auf die Theilchen einer daneben liegenden ausübt, welche für sich allein nicht fähig ist, in den nämlichen Zustand der Umsetzung, Veränderung oder Thätigkeit überzugehen.

Bei Berührung mit einer verwesenden Substanz zeigen nämlich eine Menge Materien bei gewöhnlicher Temperatur Verwandtschaft zum Sauerstoff, sie gehen eine Verbindung mit ihm ein, welche sonst erst durch höhere Hitzgrade vermittelt werden kann. Der Zustand der Sauerstoffaufnahme eines verwesenden Körpers überträgt sich auf alle Materien, die sich damit in Berührung befinden, sie verhalten sich wie wenn sie Theile oder Bestandtheile desselben wären, und ihre Verbindung mit dem Sauerstoff wird auf eine ähnliche, nicht weiter erklärbare Weise wie durch die Wärme vermittelt. Die Berührung mit einer verwesenden Materie ist die Hauptbedingung der Verwesung für alle andere organische Substanzen, denen das Vermögen, sich mit Sauerstoff zu verbinden, bei gewöhnlicher Temperatur nicht zukommt. In Folge der vor sich gehenden Verbindung ihrer Elemente mit dem Sauerstoff steigt die Temperatur der verwesenden Materien über die des umgebenden Mediums; allein so groß auch der Einfluß ist, den die Wärme auf die Beschleunigung des Vorganges ausübt, sie ist nicht, wie in anderen chemischen Processen, die Ursache der Verwandtschaftsäußerung zum Sauerstoff.

Hängt man in einer Flasche voll gewöhnlicher Luft, der man eine gewisse Menge Wasserstoffgas zugesetzt hat, einen mit feuchten Sägespänen, Seide, Dammerde ꝛc. gefüllten Leinwandbeutel auf, so fahren diese Materien fort, ganz wie in freier Luft, zu verwesen, sie verwandeln das sie umgebende Sauerstoffgas in Kohlensäure; das Bemerkenswertheste hierbei ist nun, daß auch der zugesetzte Wasserstoff verwest, daß er durch die Berührung mit diesen verwesenden Substanzen die Fähigkeit erhält, sich bei gewöhnlicher Temperatur mit Sauerstoff zu verbinden. Wenn es an Sauerstoff nicht mangelt, so wird aller Wasserstoff in Wasser zurückgeführt.

Ganz wie das Wasserstoffgas verhalten sich andere brennbare einfache und zusammengesetzte Gase. Der Dampf von Weingeist z. B. in einem Raume, welcher verwesendes Holz oder andere verwesende Substanzen enthält, nimmt, wie das Wasserstoffgas, Sauerstoff aus der Luft auf, er verwandelt sich in Aldehyd, sodann in Essigsäure, welche, indem sie tropfbar-flüssig wird, sich der weiteren Einwirkung des Sauerstoffs entzieht. Auf diese Eigenschaft verwesender Substanzen, die Anziehungen aller organischen Körper zum Sauerstoff und namentlich die des Weingeistes zu erhöhen, gründet sich die sogenannte Schnellessigfabrikation.

Während sonst die Ueberführung gegohrener Flüssigkeiten in Essig, des unvollkommenen Zutritts der Luft wegen, Wochen und Monate lang dauerte, ist man jetzt dahin gelangt, den Weingeist in weniger als 24 Stunden in Essig zu verwandeln, hauptsächlich dadurch, daß man den mit Wasser verdünnten Branntwein durch Fässer langsam fließen läßt, welche mit gehauenen oder gehobelten Holzspänen angefüllt sind, während gleichzeitig durch diese Späne ein schwacher Luftstrom circulirt. Verglichen mit dem alten Verfahren, findet sich durch diese Einrichtung die der Sauerstoffaufnahme fähige Weingeist-Oberfläche ins Tausend- und Mehrfache vergrößert; die natürliche Folge ist, daß die Zeit der Verwesung desselben um das Ebensovielfache verkürzt wird. Im Anfang, wenn die sogenannten Essigbilder in Gang gesetzt werden, setzt man dem Branntwein gewöhnlich kleine Mengen solcher Stoffe zu, welche verwesbare Substanzen enthalten, wie Bierwürze, Honig, unfertigen Essig ꝛc.; allein sehr bald geht die Holzoberfläche selbst in den Zustand der Sauerstoffaufnahme über, und vermittelt von da an den Uebergang des Branntweins in Essig, ohne weitere Mitwirkung von anderen verwesenden Materien.

Die Entstehung der Salpetersäure oder salpetersaurer Salze und ihr Vorkommen in gewissen Garten- und Ackererden, in dem Boden und in den Mauern von Viehställen oder Häusern, in dem Brunnenwasser der Städte und Dörfer beruht auf derselben Ursache, wie die Bildung der Essigsäure aus dem Alkohol geistiger Getränke: sie entsteht aus Ammoniak, einem der letzten Producte der Fäulniß thierischer oder überhaupt stickstoffhaltiger Materien.

Wenn sich Ammoniak bei Gegenwart von Kalk, Magnesia, Kali ꝛc. und einer gewissen Menge Feuchtigkeit in Berührung befindet mit verwesenden Materien, so verbinden sich seine Elemente, Stickstoff und Wasserstoff mit dem Sauerstoff der Luft zu Wasser und Salpetersäure, welche letztere mit alkalischen Erden und Alkalien salpetersaure Salze bildet.

Die krystallinischen Salze, welche häufig aus den Mauern von Viehställen oder Wohnhäusern auswittern, namentlich an Orten, welche von Flüssigkeiten aus Latrinen befeuchtet sind, bestehen aus salpetersauren Salzen, in der Regel aus salpetersaurem Kalk, einem Salze, welches aus feuchter Luft Wasser anzieht und zerfließt und durch dessen Vorhandensein eine bleibende Nässe in den Mauern verursacht wird.

Ein großer Theil des in Frankreich zur Pulverfabrikation dienenden Salpeters wird in Paris aus dem unteren Theil der Pariser Häuser, der mit den Flüssigkeiten der Straße in beständiger Berührung ist, aus den darin sich bildenden salpetersauren Salzen gewonnen; indem der Kalk der Mauern allmälig von der Salpetersäure aufgelöst wird, verlieren die Mauern ihre Festigkeit und ihren Zusammenhang, daher der Name Mauerfraß für diese den Mauern so schädliche Salpeter-Bildung. In Indien, wo die Lufttemperatur höher und die Luft feucht ist, verwesen thierische Substanzen besonders schnell, und es erzeugt sich dort, indem weniger Ammoniak der langsamen Verbrennung entgeht, eine im Verhältniß weit größere Menge von salpetersauren Salzen.

Die Anwendung der Kenntniß des Verhaltens verwesender Materien auf die Bier= und Weinfabrikation liegt ganz nahe. Die Eigenschaft des Bieres oder Weines, bei Berührung mit der Luft in Essig überzugehen, beruht stets auf der Gegenwart fremder Substanzen, deren Fähigkeit Sauerstoff anzunehmen, sich den Weingeisttheilchen, mit denen sie in Berührung sind, überträgt; mit ihrer Entfernung geht dem Wein und Bier das Vermögen, sauer zu werden, gänzlich ab.

In dem Safte zuckerarmer Weintrauben bleiben nach vollendeter Gährung, nach dem Zerfallen des Zuckers in Kohlensäure und Weingeist eine beträchtliche Menge stickstoffhaltiger Bestandtheile mit den nämlichen Eigenschaften zurück, die sie im Safte vor der Gährung besaßen. In dem zuckerreichen Safte der Weintrauben aus südlichen Zonen ist das Verhältniß umgekehrt, es bleibt in diesem eine Menge Zucker unzersetzt, nachdem sich alle stickstoffhaltige Substanz im unauflöslichen Zustande der Hefe völlig abgeschieden hat. Diese letzteren Weine ändern sich an der Luft nur wenig, eine Säurung tritt für diese nur bei rothen Weinen ein, deren Farbstoff leicht veränderlich ist und, mit Luft in Berührung, die Rolle der stickstoffhaltigen Bestandtheile übernimmt.

Die in dem Weine nach der Gährung bleibenden stickstoffhaltigen Bestandtheile des Traubensaftes sind die früher erwähnten Gährungserreger des Zuckers; nach seiner Entfernung üben sie auf den Alkohol ganz die Wirkung aus, welche das verwesende Holz besitzt; sie sind die Erreger und Vermittler des jetzt eintretenden Säurungsprocesses.

Die Verwandtschaft dieser Substanzen zum Sauerstoff ist sehr groß; in der kurzen Zeit des Ueberfüllens von Wein aus einem Faß in ein anderes nehmen sie aus der Luft Sauerstoff auf und versetzen den Wein in den Zustand der Säurung, welcher unaufhaltsam fortschreitet, wenn er nicht künstlich aufgehalten wird. In dem Fasse, welches den Wein aufzunehmen bestimmt ist, wird, um dieser vorzubeugen, ein Stück Schwefelspan verbrannt; die darin enthaltene Luft wird hierdurch ihres Sauerstoffs beraubt, es entsteht eine seinem Volumen gleiche Menge schweflige Säure, welche von der feuchten Holzoberfläche des Fasses mit Schnelligkeit absorbirt wird. Die schweflige Säure besitzt eine noch größere Verwandtschaft zum Sauerstoff, als die im Weine enthaltenen Säurungserreger; indem sie sich von der inneren Faßoberfläche nach und nach im abgefüllten Weine vertheilt, und den Säurungserregern so wie der Flüssigkeit selbst allen aus der Luft aufgenommenen Sauerstoff wieder entzieht, wird der Wein in den Zustand zurückversetzt, den er vor dem Abfüllen besaß. Die schweflige Säure findet sich im Wein in Schwefelsäure verwandelt.

Bei dem Lagern der Weine findet durch die Holzwände der Fässer ein beständiger, wiewohl sehr langsamer Luftwechsel statt, oder, was das Nämliche ist, der Wein ist unausgesetzt mit einer sehr kleinen Menge Sauerstoff in Berührung, woher es denn kommt, daß sich nach einer gewissen Zeit die ganze vorhandene Menge des Säurungserregers im Wein in der Form der sogenannten Unterhefe abscheidet.

Die Ausscheidung der Wein- und Bierhefe während der Gährung des Traubensaftes oder der Bierwürze geschieht in Folge einer Sauerstoffaufnahme, oder, was das Nämliche ist, durch einen im Innern der gährenden Flüssigkeit vor sich gehenden Oxydationsproceß. Der stickstoffhaltige Bestandtheil der Gerste ist für sich im Wasser nicht löslich; im Malzproceß wird er, während das Korn keimt, löslich im Wasser; er nimmt dieselbe Beschaffenheit an, welche der im Traubensafte enthaltene stickstoffhaltige Bestandtheil von Anfang an besitzt.

Durch Sauerstoffaufnahme verlieren beide ihre Löslichkeit im Wein und Bier. Nach den besten hier angestellten Analysen ist die Wein- und Bierhefe weit reicher an Sauerstoff, als die stickstoffhaltigen Substanzen, aus denen sie entsteht.

So lange noch gährende Zuckertheilchen in der Flüssigkeit neben diesen Materien vorhanden sind, ist es die Flüssigkeit selbst, welche durch Zersetzung von Wasser oder einer kleinen Menge Zucker den zu ihrem Uebergang in Hefe nöthigen Sauerstoff liefert; dieser Oxydationsproceß im Innern der Flüssigkeit, der ihre Abscheidung bedingt, findet mit dem Verschwinden des Zuckers seine Grenze; er stellt sich aber auf's Neue ein, wenn die Flüssigkeit durch Zusatz von Zucker in den gährungsfähigen Zustand zurückversetzt wird; er stellt sich ferner ein, wenn die Oberfläche der Flüssigkeit mit Luft in Berührung gelassen wird; in letzterem Falle geschieht ihre Abscheidung auf Kosten des Sauerstoffs der Luft, also in Folge ihrer Verwesung.

Es ist nun erwähnt worden, daß die Gegenwart dieser stickstoffhaltigen Materien neben Alkohol bei hinlänglichem Luftzutritt die Ueberführung des Alkohols in Essigsäure bedingt; nur die Ungleichheit ihrer Verwandtschaft zum Sauerstoff ist der Grund, daß beim Lagern des Weines, wo der Luftzutritt äußerst beschränkt ist, sich nur der stickstoffhaltige Bestandtheil, und nicht gleichzeitig auch der Alkohol oxydirt; in offenen Gefäßen würde der Wein unter diesen Umständen in Essig übergegangen sein.

Es ist nach dem Vorhergehenden klar, daß, wenn wir ein Mittel hätten, die Säurung des Alkohols, seinen Uebergang in Essigsäure bei einer unbeschränkten Zufuhr von Luft oder Sauerstoff zu hindern, wir damit in der kürzesten Zeit dem Wein und Bier eine unbegrenzte Haltbarkeit, die völlige Reife zu geben vermöchten; denn unter diesen Umständen würden sich alle die Säurung bewirkenden Materien des Weines und Bieres mit Sauerstoff verbinden, sie würden in unauflöslichem Zustande abgeschieden werden. Mit ihrer Entfernung würde der Alkohol das Vermögen, Sauerstoff aufzunehmen, gänzlich verlieren.

Dieses Mittel hat die Experimentirkunst in einer niedrigen Temperatur aufgefunden, und es hat sich darnach, namentlich in Bayern, ein Gährverfahren gebildet, auf welches die vollendetste Theorie einfacher und sicherer und den wissenschaftlichen Grundsätzen mehr entsprechend kaum hätte führen können.

Der Uebergang des Alkohols in Essigsäure durch Berührung mit einer verwesenden Substanz findet am raschesten statt bei einer Temperatur

von 35 Grad; unterhalb derselben nimmt die Verwandtschaft des Alkohols zum Sauerstoff ab; bei einer Temperatur von 8 bis 10 Grad (des hunderttheiligen Thermometers) findet unter diesen Umständen keine Verbindung mehr statt; die Neigung oder die Fähigkeit der stickstoffhaltigen Substanzen, Sauerstoff anzuziehen, ist aber bei dieser niedrigen Temperatur kaum merklich geschwächt.

Es ist darnach einleuchtend, daß, wenn die Bierwürze, wie dies in Bayern geschieht, in weiten, offenen Gefäßen, welche dem Sauerstoff unbeschränkten Zutritt gestatten, der Gährung überlassen wird, und zwar in einem Raume, dessen Temperatur 8 bis 10 Grad nicht übersteigt, eine Abscheidung der Säurungserreger gleichzeitig im Innern und an der Oberfläche der Flüssigkeit stattfindet. Das Klarwerden des Bieres ist das Zeichen, woran man erkennt, daß keine weitere Abscheidung mehr erfolgt, daß diese Materien, und damit die Ursachen der Säurung, entfernt sind. Eine den Principien gemäß ganz vollkommene Entfernung derselben hängt von der Erfahrung und Geschicklichkeit des Brauers ab; sie wird, wie man sich leicht denken kann, nur in einzelnen Fällen erreicht, allein immer wird nach diesem Gährverfahren ein in seiner Haltbarkeit und Güte das gewöhnliche weit übertreffendes Bier gewonnen.

Der ausgezeichnete Nutzen, den die Anwendung dieser Grundsätze auf eine rationellere Weinbereitung haben muß, liegt auf der Hand, und kann in keiner Weise bestritten werden; die unvollkommene Erkenntniß oder die Unkenntniß derselben ist offenbar der Grund, daß diese Gährmethode nicht längst schon der Weinbereitung die großen Vortheile verschafft hat, die sich davon erwarten lassen; denn der darnach bereitete Wein wird sich zu dem gewöhnlichen verhalten, wie ein gutes bayerisches Bier zu gewöhnlichem Bier, zu dessen Darstellung dieselbe Quantität Malz und Hopfen gedient hat. Der Wein muß dadurch in der kürzesten Zeit dieselbe Reife und Güte erhalten, die er sonst erst nach jahrelangem Lagern zeigt. Wenn man sich erinnert, daß die Weinbereitung auf Ende October, also gerade in die kühle Jahreszeit fällt, die der Biergährung so günstig ist, daß hierzu keine anderen Bedingungen, als ein sehr kühler Keller und offene weite Gährungsgefäße gehören, daß die Gefahr der Säurung beim Wein unter allen Umständen viel geringer ist, als beim Bier, so wird man auf den besten Erfolg mit Sicherheit rechnen können*).

*) Einer der intelligentesten Landwirthe und Weinproducenten des Großherzogthums Baden, Freiherr v. Babo, schrieb mir im April 1843 Folgendes: „Von der Behandlung meines rothen Weines im vorigen Herbste nach dem bayerischen Gährverfahren kann ich Ihnen berichten, daß dieselbe wieder einen ausgezeichneten Erfolg hatte. Unsere weinbauenden Praktiker können die Sache nicht begreifen, so klar ist es, daß, was bei dem Bier von so vorzüglichem und anerkanntem Erfolg ist, auch bei dem Wein zweckmäßig sein muß.“ Ein Versuch, den Herr v. Babo im Herbst 1841 mit rothem Wein anstellte, war eben so günstig ausgefallen, ganz besonders in der Farbe. Die Gährung des rothen Weines konnte möglicher Weise eine Klippe sein, woran das Verfahren hätte scheitern können, allein nach diesen so gelungenen Versuchen halte ich es

Man darf hierbei nicht vergessen, daß der Wein im Verhältniß eine weit geringere Menge von stickstoffhaltigen Materien nach der Gährung zurückbehält, als die Bierwürze, und daß es zu ihrer vollkommenen Abscheidung eines beschränkteren Luftzutritts bedarf.

Ganz diesen Principien entgegen findet die Gährung des Weines am Rhein an sehr vielen Orten nicht in kühlen Kellern, sondern in offenen, viel zu hoch und deshalb zu warm liegenden Räumen statt, und man schließt durch aufgesetzte Blechröhren, die mit Wasser gesperrt sind, den Zutritt der Luft während der Gährung völlig ab. In dieser Hinsicht wirken diese Röhren jedenfalls nachtheilig auf die Qualitäten des Weines, sie sind in jeder anderen als eine vollkommen nutz- und zwecklose Erfindung eines müßigen Kopfes zu betrachten, die man eben nachahmt, ohne sich weitere Rechenschaft zu geben.

---

der allgemeinsten Anwendung fähig. Versuche im Großen, welche auf dem Johannisberg im Jahr 1846 mit 6 Fässern Weinmost, jedes von 1200 Flaschen Inhalt, welche der Fürst Metternich bereitwilligst zur Verfügung stellte, unter der Leitung des erfahrenen Kellermeister Heckler angestellt wurden, haben ergeben, daß der Luftzutritt während der Dauer der Gährung einen wesentlich günstigen Einfluß auf die Qualität des Weines äußert. In jedes dieser Fässer wurde am Spund Oeffnungen bis zu 12 Zoll im Quadrat geschnitten, und es zeigt sich, daß eine Oeffnung von 6 Zoll im Quadrat, bedeckt mit einem Stück grober Packleinwand vollkommen genügt, und daß der in dieser Weise vergohrene Wein eine merklich bessere Qualität besaß, als der Wein, welcher mit aufgesetztem Gährrohr bei Luftabschluß vergohren hatte. Ganz ähnliche Resultate erhielt Herr Dr. Crasso, als er den Most in aufs Hohe gestellten Stückfässern gähren ließ, deren oberer Boden herausgenommen und zum Zudecken während der Gährung benutzt wurde. (Siehe Ann. der Chem. und Ph. LIX. p. 360). In anderen Versuchen, in denen man weißen Wein in unbedeckten, offenen Bütten gähren ließ, verlor der Wein von seinem Bouquet, und wurde flatt.

# Zwanzigster Brief.

Die Eigenschaft organischer Materien, bei Berührung mit Luft in Verwesung und Gährung überzugehen, und in Folge dieses Zustandes in andern Substanzen Gährung oder Verwesung zu erregen, wird bei allen ohne Ausnahme durch die Siedhitze aufgehoben. Es ist dies sicher der sprechendste Beweis, daß die leichte Veränderlichkeit dieser Materien mit einer gewissen Ordnungsweise ihrer Atome zusammenhängt. Man darf sich nur an das Gerinnen des Eiweißes in der Hitze erinnern, um einzusehen, wie die Wärme hierbei wirkt. Die meisten der sogenannten Gährungerreger haben eine dem Eiweiß ähnliche Zusammensetzung, und gehen in höheren Temperaturen in einen neuen Zustand über.

Läßt man geschälte süße Mandeln nur einige Augenblicke in siedendem Wasser liegen, so ist ihre Wirkung auf Amygdalin völlig vernichtet. In einer Mandelmilch, die man zum Sieden erhitzt hat, löst es sich ohne alle Veränderung. Das gekochte Malz hat seine Eigenschaft, Amylon in Zucker überzuführen, völlig verloren. Ein wässriger Aufguß von Bierhefe, in welchem Rohrzucker beinahe augenblicklich in Traubenzucker übergeht, oder der Saft von kranken Kartoffeln, in welchem die Substanz der Zellen gesunder Knollen auseinanderfällt und löslich wird, beide verlieren, zum Sieden erhitzt, völlig diese Eigenschaften.

Die frische Thiermilch gerinnt nach zwei bis drei Tagen zu der bekannten gallertartigen Masse. Wird sie jeden Tag zum Kochen erhitzt, so läßt sie sich eine unbegrenzte Zeit hindurch aufbewahren. In gleicher Weise verhält sich der so leicht veränderliche Traubensaft oder jede der Gährung fähige Flüssigkeit; zum Sieden erhitzt, hört alle Gährung auf; der gekochten Bierwürze muß man Hefe, nämlich eine in den Zustand der Zersetzung bereits übergegangene Substanz zusetzen, um in der kürzesten Zeit die Gährung eintreten zu machen.

Es ist leicht einzusehen, daß, wenn in der Fäulniß, Gährung und Verwesung fähigen Substanzen durch Hülfe einer höheren Temperatur der eigenthümliche Zustand aufgehoben worden ist, in den sie durch Berührung mit der Luft, auch wenn diese nur einen Augenblick gedauert hat, versetzt werden, und man von da an den Sauerstoff, als die erste und alleinige Ursache seines Wiedereintretens, ausschließt, diese Substanzen ihre Beschaffenheit und alle Eigenschaften unbegrenzte Zeiten

hindurch behalten müssen, die sie beim Eintreten des Siedens besaßen. Die Materie hat für sich selbst keine Bewegungsfähigkeit; ohne daß eine äußere Ursache auf die Atome einwirkt, wechselt keines derselben seinen Platz, ändert keines seine Eigenschaften.

Füllt man Traubensaft in eine Flasche ein, die man luftdicht verschließt, und legt sie einige Stunden oder so lange in siedendes Wasser, bis daß er die Siedhitze angenommen hat, so wird während des Erhitzens die geringe Menge Sauerstoff, welche mit der Luft in die Flasche eingeschlossen worden war, von den Bestandtheilen des Saftes aufgenommen und damit die Ursache einer jeder weiteren Störung entfernt; er gährt jetzt nicht mehr und bleibt süß, und dieser Zustand hält sich, bis die Flasche geöffnet und mit der Luft wieder in Berührung gebracht wird. Von diesem Augenblicke an stellt sich die nämliche Veränderung wieder ein, welche der frische Saft erleidet; nach wenigen Stunden befindet er sich in voller Gährung, die durch Aufkochen ganz wie im Anfange unterbrochen und aufgehalten werden kann.

Von diesen Erfahrungen, die für alle organischen Materien ohne Ausnahme eine gleiche Geltung haben, hat man die schönsten Anwendungen gemacht. Während man sonst auf langen Seereisen nur auf gesalzene und geräucherte Speisen beschränkt war, durch welche die Gesundheit der Mannschaft und der Reisenden zuletzt litt, während sonst Tausende von Menschen ihr Leben durch den bloßen Mangel an frischen, in Krankheiten durchaus nothwendigen Nahrungsmitteln einbüßten, werden jetzt alle diese Unbequemlichkeiten oder Gefahren immer seltener. Es ist dies gewiß eines der wohlthätigsten Geschenke, welche das Leben von der Wissenschaft durch Gay=Lussac empfing.

In Leith bei Edinburgh, in Aberdeen, in Bordeaux und Marseille, so wie in Deutschland haben sich Kochhäuser größter Ausdehnung aufgethan, in welchen auf die reinlichste Weise Suppen, Gemüse, Fleischspeisen aller Art zubereitet und in die größten Entfernungen hin versendet werden. Die fertigen Speisen werden in Büchsen von verzinntem Eisenblech eingeschlossen, die Deckel sodann luftdicht verlöthet und in einem hierzu geeigneten Ofen der Temperatur des siedenden Wassers ausgesetzt. Wenn dieser Hitzgrad die Masse in der Büchse bis zur Mitte hin durchdrungen hat, was, wenn sie in siedendes Wasser gelegt werden, immer drei bis vier Stunden dauert, so haben jetzt diese Speisen eine, man kann sagen, ewige Dauer. Wird die Büchse nach Jahren geöffnet, so sieht der Inhalt gerade so aus, wie in dem Augenblick, wo er eingefüllt wurde; die Farbe des Fleisches, der Gemüse, der Geschmack und Geruch sind völlig unverändert. Diese schätzbare Aufbewahrungsmethode hat in einer Menge Haushaltungen dieser Gegend, in Frankfurt und Darmstadt Eingang gefunden und die Hausfrauen in den Stand gesetzt, den Tisch im Winter mit den seltensten Gemüsen des Frühlings und Sommers, so wie mit Fleisch= und andern Gerichten zu zieren, die sonst nur zu gewissen Jahreszeiten zu haben sind. Ganz besonders wichtig wird dieses Verfahren zur Proviantirung von Festungen werden, da der Verlust, den man durch Veräußerung der alten und

ihrer Erneuerung durch neue Vorräthe, namentlich von Fleisch (Schinken 2c.) erleidet, bei weitem größer ist, als der Werth der Büchsen, die sich noch überdies nach sorgfältiger Reinigung wiederholt benutzen lassen.

Wenn man mit den Erscheinungen der Fäulniß und Gährung die Vorgänge in belebten thierischen Körpern vergleicht, so wird es sehr wahrscheinlich, daß eine Menge von Wirkungen, welche man gewohnt ist, besonderen vitalen Thätigkeiten zuzuschreiben, durch die nämliche Ursache bedingt werden, auf welcher die Gährung und Fäulniß beruhen. Diese Beziehungen sind bereits seit Jahrhunderten von Naturforschern und Aerzten wahrgenommen und hervorgehoben worden, und viele der letzteren betrachten noch heute, im Gegensatz zu der entwickelten Ansicht, gewisse vitale Thätigkeiten oder Lebensäußerungen als die Ursache der Fäulniß und Gährung.

Es ist erwähnt worden, daß die Bestandtheile des Thierkörpers, welche seine Hauptmasse ausmachen, das Albumin, Fibrin, Membranen und Häute, so wie der Käsestoff im Zustand der Fäulniß auf eine Menge Materien eine bestimmte Wirkung äußern, deren sichtbares Zeichen eine chemische Veränderung des Stoffes ist, der damit in Berührung gebracht wurde; es ist ferner eine feststehende Thatsache, daß die aus diesen Stoffen erzeugbaren Producte nicht immer dieselben sind, sondern daß sie sich mit dem Zustand der Zersetzung des Gährungserregers ändern.

Wenn aber ein Wechsel des Ortes und der Lagerung der Elementartheilchen thierischer Stoffe außerhalb des Körpers einen ganz bestimmten Einfluß auszuüben vermag auf eine Menge organischer Substanzen, wenn diese, damit in Berührung, zersetzt und aus ihren Elementen neue Verbindungen gebildet werden; wenn man in Betracht zieht, daß zu den letzteren, nämlich zu den der Gährung fähigen, alle Stoffe gehören, welche Bestandtheile der Nahrung der Menschen und Thiere ausmachen, so kann man kaum daran zweifeln, daß diese Ursache in dem Lebensproceß eine wichte Rolle übernimmt, daß sie an den Veränderungen, welche die Nahrungsmittel erleiden, wenn sie zu Fett oder zu Bestandtheilen der Organe werden, oder an der Bildung der Secrete, der Milch, des Harns einen mächtigen Antheil hat. Wir wissen ja, daß in allen Theilen des lebendigen Thierkörpers in jedem Zeitmomente ein Wechsel vor sich geht, daß belebte Körpertheilchen austreten, daß ihre Bestandtheile, Albumin, Fibrin, Membranen oder wie sie sonst heißen mögen, sich zu neuen Producten ordnen, daß ihre Elemente zu neuen Producten zusammentreten, und wir müssen unseren Erfahrungen gemäß voraussetzen, daß durch diese Beschaffenheits-Aenderung selbst, an allen Punkten, wo sie Statt findet, je nach ihrer Richtung und Stärke, in allen Bestandtheilen des Blutes und der Nahrung, die damit in Berührung kommen, eine parallellaufende Aenderung in ihrer Zusammensetzung und Beschaffenheit bewirkt wird, daß mithin der Stoffwechsel eine Hauptursache der Veränderungen, welche die Nahrungsmittel erleiden, und eine Bedingung des Ernährungsprocesses ist, daß mit jeder durch eine Krankheitsursache bewirkten Aenderung in dem Umsetzungsprocesse eines Organs oder

einer Drüse oder eines Bestandtheils derselben, die Wirkung dieses Organs auf das zugeführte Blut oder auf die Beschaffenheit des Secrets sich gleichfalls ändert, daß die Wirkung einer Menge von Arzneimitteln auf dem Antheil beruht, den sie an dem Stoffwechsel nehmen, daß sie in vielen Fällen dadurch, daß sie die Richtung und Stärke der im Organe wirksamen Thätigkeit ändern, beschleunigen, verlangsamen oder aufhalten, einen Einfluß auf die Qualität des Blutes ausüben.

Durch die Erkenntniß der Ursache der Entstehung und Fortpflanzung der Fäulniß in organischen Atomen ist zuletzt die Frage über die Natur vieler Contagien und Miasmen einer einfachen Lösung fähig; sie reducirt sich auf folgende:

Giebt es Thatsachen, welche beweisen, daß gewisse Zustände der Umsetzung oder Fäulniß einer Materie sich ebenfalls auf Theile oder Bestandtheile des lebendigen Thierkörpers fortpflanzen, daß durch die Berührung mit dem faulenden Körper in diesen Theilen ein gleicher oder ähnlicher Zustand herbeigeführt wird, wie der ist, in welchem sich die Theilchen des faulenden Körpers befinden? Diese Frage muß entschieden bejaht werden.

Es ist Thatsache, daß Leichen auf anatomischen Theatern häufig in einen Zustand der Zersetzung übergehen, der sich dem Blute im lebenden Körper mittheilt; die kleinste Verwundung mit Messern, die zur Section gedient haben, bringt einen oft lebensgefährlichen Zustand hervor*). Der von Magendie beobachteten Thatsache, daß in Fäulniß begriffenes Blut, Gehirnsubstanz, Galle, faulender Eiter 2c., auf frische Wunden gelegt, Erbrechen, Mattigkeit und nach längerer oder kürzerer Zeit den Tod bewirken, ist bis jetzt nicht widersprochen worden. (S. Anhang 3.)

Es ist ferner Thatsache, daß der Genuß mancher Nahrungsmittel wie Fleisch, Schinken, Würste in gewissen Zuständen der Zersetzung, in dem Leibe gesunder Menschen die gefährlichsten Krankheitszustände, ja den Tod nach sich ziehen. (Anhang Nr. 4.)

Diese Thatsachen beweisen, daß eine im Zustand der Zersetzung begriffene thierische Substanz einen Krankheitsproceß im Leibe gesunder Individuen hervorzubringen vermag. Da nun unter Krankheitsproducten nichts anderes verstanden werden kann, als Theile oder Bestandtheile des lebendigen Körpers, die sich in einem von dem gewöhnlichen abweichenden Zustand der Form und Beschaffenheitsveränderung befinden, so ist klar, daß durch solche Materien, so lange sich dieser Zustand noch nicht vollendet hat, die Krankheit auf ein zweites, drittes u. s. w. Individuum wird übertragen werden können.

Wenn man noch überdies in Betracht zieht, daß alle diejenigen Substanzen, welche die Fortpflanzungsfähigkeit der Contagien und Miasmen vernichten, gleichzeitige Bedingungen sind zur Aufhebung aller

---

*) Fälle, in denen Personen dieser furchtbaren Vergiftung zum Opfer fallen, sind nicht selten; so noch vor kurzer Zeit Dr. Kolletschka in Wien, Dr. Bender in Frankfurt a. M.

Fäulniß und Gährungsprocesse, daß unter dem Einfluß empyreumatischer Substanzen, wie Holzessig z. B., welche der Fäulniß kräftig entgegenwirken, der Krankheitsproceß in bösartig eiternden Wunden gänzlich geändert wird, wenn in einer Menge von contagiösen Krankheiten, namentlich im Typhus, freies und gebundenes Ammoniak, in der Luft, im Harn und in den Fäces (als phosphorsaures Bittererde=Ammoniak) wahrgenommen wird, so scheint es unmöglich, über die Entstehung und Fortpflanzung einer Menge contagiöser Krankheiten irgend einen Zweifel hegen zu können.

Es ist zuletzt eine allgemeine Erfahrung, daß sich „der Ursprung epidemischer Krankheiten häufig von Fäulniß großer Mengen thierischer und pflanzlicher Stoffe herleiten läßt, daß miasmatische Krankheiten da epidemisch sind, wo beständig Zersetzung organischer Wesen stattfindet, in sumpfigen und feuchten Gegenden, sie entwickeln sich empidemisch unter denselben Umständen nach Ueberschwemmungen; ferner an Orten, wo eine große Menschenzahl bei geringem Luftwechsel zusammengedrängt ist, auf Schiffen, in Kerkern und belagerten Orten." (Henle Untersuchungen S. 52, ferner S. 57.) Niemals aber kann man mit solcher Sicherheit die Entstehung epidemischer Krankheiten voraussagen, als wenn eine sumpfige Fläche durch anhaltende Hitze ausgetrocknet worden ist, wenn auf ausgebreitete Ueberschwemmung starke Hitze folgt. (S. Anhang Nr. 5.)

Hiernach ist nach den Regeln der Naturforschung der Schluß vollkommen gerechtfertigt, daß in allen Fällen, wo ein Fäulnißproceß der Entstehung einer Krankheit vorausgeht, oder wo durch feste, flüssige oder luftförmige Krankheitsproducte die Krankheit fortgepflanzt werden kann, und wo keine näher liegende Ursache der Krankheit ermittelbar ist, daß die im Zustande der Umsetzung begriffenen Stoffe oder Materien in Folge ihres Zustandes, als die nächsten Ursachen der Krankheit, angesehen werden müssen.

Den unterrichteten und aufmerksamen Aerzten ist es längst bekannt, daß der Unterschied von guter gesunder Nahrung und von schlechter, welche letztere als die Ursache von vielen Krankheiten angesehen wird, nicht auf der Natur des Nahrungsmittels, sondern auf einer gewissen Beschaffenheit oder einem gewissen Zustande desselben beruht, der beim Fleisch z. B. häufig auf einen Krankheitszustand des Thieres, von dem es genommen ist, zurückgeführt werden kann; daß die nützlichen und wohlthätigen Wirkungen, welche eine zweckmäßige Ventilation auf die Erhaltung des Gesundheitszustandes äußert, z. B. in Krankenzimmern durch Verdampfung sehr geringer Mengen Salpetersäure (nicht Chlor, welches in den meisten Fällen schädlich wirkt), oder an gewissen Orten durch Verbrennung von etwas Schwefel erzielt werden können, durch Materien also, von denen man weiß, daß sie schädliche Gase zerstören oder ihren Zustand der Umsetzung vernichten.

# Einundzwanzigster Brief.

Ueber die Ursachen der so merkwürdigen Erscheinungen, welche nach dem Tode der Pflanzen und Thiere sich einstellen, und die ihre Auflösung in unorganische Verbindungen, ihr Verschwinden von der Erdoberfläche bewirken, haben sich einige Naturforscher und namentlich viele Physiologen und Aerzte eine eigenthümliche Ansicht gebildet, welche der Erwähnung kaum werth wäre, wenn sie nicht die Grundlage ganz falscher Vorstellungen über das Wesen des Lebensprocesses überhaupt und namentlich mancher pathologischer Zustände und gewisser Krankheitsursachen abgäbe.

Sie betrachten nämlich die Gährung oder das Zerfallen höherer organisch-vegetabilischer Atome in einfachere Verbindungen als die Wirkung der Lebensäußerungen vegetabilischer, die Fäulniß oder denselben Vorgang in Thiersubstanzen, als bedingt durch die Entwickelung oder die Gegenwart thierischer Wesen. Dieser Ansicht entsprechend, nehmen sie als eine einfache Folgerung an, daß die Entstehung von miasmatischen oder contagiösen Krankheiten, in so fern sie sich auf das Vorhandensein von Fäulnißprocessen zurückführen lassen, denselben oder ähnlichen Ursachen zugeschrieben werden müsse.

Die nächsten und wichtigsten Stützen dieser Ansicht über die Gährung lassen sich auf Beobachtungen zurückführen, welche sich auf die Alkoholgährung und das Verhalten der Wein- und Bierhefe beziehen. Durch die mikroskopische Untersuchung der Pflanzenphysiologen und Botaniker ist nämlich ermittelt worden, daß die Wein- und Bierhefe aus einzelnen, oft perlschnurartig zusammengereihten Kügelchen besteht, welche alle Eigenthümlichkeit von belebten Pflanzenzellen besitzen, und mit gewissen niederen Pflanzengattungen, gewissen Pilzen oder Algen die größte Aehnlichkeit haben. In den bekannten in Gährung übergehenden Pflanzensäften bemerkt man nach mehreren Tagen kleine Pünktchen, welche sich von Innen aus vergrößern, man bemerkt einen körnigen Inhalt, umgeben von einer hellen Hülle.

Die chemische Untersuchung hat in Uebereinstimmung mit diesen Beobachtungen dargethan, daß die Zellenwand der Bierhefekügelchen aus einer stickstofffreien, der Cellulose in ihrer Zusammensetzung gleichen Materie besteht, welche unauflöslich zurückbleibt, wenn die mit Wasser ausgewaschene Hefe mit schwachen kaustischen Alkalien behandelt wird.

Die alkalische Flüssigkeit nimmt eine Materie auf, welche allen Stickstoff der Hefenkügelchen enthält, und die in ihrer Zusammensetzung und ihrem chemischen Verhalten wenig und vorzüglich nur im Sauerstoffgehalte von dem Kleber der Getreidearten verschieden ist. Nach dem Einäschern hinterläßt die Hefe eine Asche, welche identisch in Beziehung auf ihre Bestandtheile mit der Asche des Getreideklebers ist.

Es ist hervorgehoben worden, daß in der gährenden Bierwürze die Bildung und Abscheidung der Hefenzellen gleichen Schritt hält mit der Entstehung der Kohlensäure und des Alkohols; wenn der Zucker zersetzt ist, so erzeugt sich keine Hefe mehr; die Hefe enthält den stickstoffhaltigen Bestandtheil des Malzes oder der Gerste, von welchem bei einem gewissen Gehalt an Zucker die Flüssigkeit nach der Gährung nur Spuren in Auflösung zurückbehält.

Das gleichzeitige Auftreten der Hefenzellen und der Zersetzungsproducte des Zuckers ist es vorzüglich, womit man die Meinung zu begründen versucht hat, daß die Gährung des Zuckers eine Wirkung des Lebensprocesses sei, eine Folge der Entwickelung, des Wachsthums und der Fortpflanzung dieser niedrigen Pflanzengebilde.

Wenn man unter vitaler Thätigkeit die Fähigkeit eines Keimkorns oder eines Samens versteht, gewisse Materien von Außen, Kraft der in ihnen wirkenden Ursachen aufzunehmen und zu Theilen ihrer selbst übergehen zu machen, so beweist die Bildung der Hefenzellen in der gährenden Bierwürze ohne allen Zweifel das Vorhandensein einer vitalen Thätigkeit; aus einer gewissen Menge Zucker ist höchst wahrscheinlich die Zellenwand gebildet worden, die aus einer niemals in krystallinischer Form auftretenden und in der organischen Reihe höher als der Zucker stehenden Verbindung besteht; aus dem Kleber des Malzes entstand der Zelleninhalt, der unter andern Theile enthält, Sporen oder Keimkörner, welche in frischer Bierwürze die Entstehung und Entwickelung neuer Zellen bedingen.

Wenn aber die Entwickelung, Vermehrung und Fortpflanzung dieser Pflanzengebilde die Ursache der Gährung ist, so müßte überall, wo wir diese Wirkung wahrnehmen, vorausgesetzt werden, daß auch ihre Bedingungen, nämlich Zucker, aus welchem sich die Zellenhaut, und Kleber, aus dem sich ihr Inhalt bilden könne, vorhanden sind.

Das Merkwürdigste in den Erscheinungen der Gährung, und gerade dasjenige, was bei der Erklärung vorzüglich in Betracht kommt, besteht aber darin, daß die fertig gebildeten, ausgewachsenen Hefenzellen die Ueberführung des reinen Rohrzuckers in Traubenzucker und dessen Auseinanderfallen in ein Volum Kohlensäure und ein Volum Alkoholdampf bewirken, und daß die Elemente des Zuckers ohne allen Verlust in diesen Producten wieder erhalten werden, daß also, da drei Pfund Hefe (trocken gedacht) zwei Centner Zucker zur Zerlegung bringen, eine sehr mächtige Wirkung statt hat, ohne allen nachweisbaren Verbrauch von Stoff zu dem vitalen Zweck der Zellenbildung; wäre die Gährung erregende Eigenschaft abhängig von der Entwickelung, Fortpflanzung und Vermehrung der Hefenzellen, so würde diese in reinem Zuckerwasser, in

welchem die andere Hauptbedingung zur Aeußerung dieser vitalen Eigenschaften, die zur Erzeugung des Zelleninhaltes nothwendige stickstoffhaltige Substanz fehlt, keine Gährung hervorbringen können.

Die Erfahrung zeigt, daß in diesem Fall die Hefenzellen nicht Gährung bewirken, weil sie sich fortentwickeln, sondern in Folge der Veränderung ihres stickstoffhaltigen Zelleninhalts, der in Ammoniak und andere Producte zerfällt, in Folge also einer Zersetzung, welche der gerade Gegensatz eines organischen Bildungsprocesses ist; mit immer erneuerter Zuckerlösung zusammengebracht, verliert nämlich die Hefe allmälig ihre Fähigkeit, Gährung zu erregen, vollständig und es bleiben zuletzt nur ihre stickstofffreien Hüllen oder Zellenwände in der Flüssigkeit zurück.

Es geht hieraus hervor, daß die Ursache des Auseinanderfallens der Zuckerbestandtheile nicht in einem Vegetationsprocesse gesucht werden kann, weil diese Erscheinung statt hat, ohne daß sich die Hefenzellen als vegetabilisches Gebilde reproduciren, und unter Umständen, die ihre Fähigkeit der Fortpflanzung und Vermehrung vernichten; es ist offenbar, daß diese Ursache auf dem Vorhandensein einer Thätigkeit beruht, welche fortdauert, auch wenn die Bedingungen der Zellenbildung ausgeschlossen sind.

Wenn man ferner ins Auge faßt, daß die Wirkung der Hefe sich nicht auf den Zucker allein beschränkt, daß andere Materien von einer ganz verschiedenen Zusammensetzung in Berührung damit eine ähnliche Zersetzung wie der Zucker erleiden, daß Gerbsäure in einer gährenden Zuckerlösung in Gallussäure, die Aepfelsäure des äpfelsauren Kalkes in Bernsteinsäure, Essigsäure, Kohlensäure übergeführt werden, daß eine thierische Membran oder der weiße Bestandtheil der süßen Mandeln, Materien, welche eine von Kleber verschiedene Zusammensetzung haben, im Zustand der Fäulniß ganz dieselbe Zersetzung, wie die Hefe, hervorbringen, so ergiebt sich von selbst, daß die eigenthümliche Wirkung der Hefe auf einer allgemeineren Ursache beruht und nicht abhängig vom Zucker, und die Spaltung des Zuckers in Alkohol und Kohlensäure nicht abhängig ist von einer constanten Beschaffenheit der Hefe.

Die Beobachtung zeigt, daß die Bierhefe, sich selbst überlassen, ihre Eigenschaft, die Alkoholgährung zu erregen, sehr rasch verliert, daß sie dieselbe einbüßt, wenn sie bis zur Zerstörung aller organischen Form auf einem Reibstein zerrieben wird, daß aber damit ihre zersetzende Wirkung auf organische Materien überhaupt nicht verschwindet. Denn sie gewinnt dadurch jetzt die Fähigkeit, Zucker in Milchsäure, und die Milchsäure des milchsauren Kalkes in Buttersäure, Mannit, Wasserstoffgas und Kohlensäure überzuführen; es sind dies Wirkungen, welche wahrgenommen werden, ohne daß eine vegetabilische Bildung dabei nachweisbar ist.

Alles dies zusammengenommen beweist, daß weder die organische Form, noch die chemische Zusammensetzung, sondern lediglich ein gewisser Zustand des in den Hefenzellen enthaltenen stickstoffhaltigen Be-

standtheils als die Ursache der Zersetzung des Zuckers in der Alkoholgährung angesehen werden muß.

Die Gährung des Weins und der Bierwürze ist keine für sich isolirt stehende Erscheinung, sondern es sind einzelne Fälle von vielen andern, die in dieselbe Classe gehören. Die Alkoholgährung, in so fern sie von der Bildung oder Zersetzung von Pilzen begleitet ist, unterscheidet sich von andern Gährungen, in denen keine pflanzlichen Gebilde wahrgenommen werden, dadurch, daß die Producte, die sich aus dem Kleber bilden, neben den chemischen noch gewisse vitale Eigenschaften besitzen; der Kleber, das Pflanzenalbumin, Pflanzencasein der Pflanzensäfte erregen Gährung, weil sie in Zersetzung übergehen, ihre Wirkung beruht auf dem Zustand des Wechsels in der Form und Beschaffenheit ihrer Elementartheilchen; indem sie sich verändern und abgeschieden werden, nehmen sie in Folge der Mitwirkung anderer untergeordneter Bedingungen die Formen eines niederen Pflanzengebildes an, deren vitale Eigenthümlichkeiten auf einem Uebergangszustand beruhen und mit dessen Vollendung erlöschen. Als Pilz oder Alge hat die Hefenzelle keine selbstständige Existenz.

Als einzelner Fall bedarf die Zuckergährung keiner besonderen Erklärung, indem sich dem Vorgang kein anderer Ausdruck unterlegen läßt, als der, welcher in den vorhergehenden Briefen entwickelt ist. Der Zucker zerlegt sich in Alkohol und Kohlensäure in Folge einer Aufhebung des Gleichgewichts in der Anziehung seiner Elemente, welche bedingt ist durch eine Substanz, deren Elementartheilchen sich in einem Zustand der Bewegung befinden.

Unter den Gährungsprocessen ist bis jetzt, wie erwähnt, nur die Alkoholgährung mit einiger Genauigkeit studirt, und es liegen Beobachtungen vor, daß in Pflanzensäften bei Ausschluß der atmosphärischen Luft Gährung erfolgen, daß Zucker in Alkohol und Kohlensäure zerfallen kann, ohne daß die Erzeugung von Gährungspilzen nachweisbar ist (Döpping, Struve, Karsten), in vielen andern Gährungsprocessen sind zuletzt constant vorkommende Pflanzengebilde nicht wahrgenommen worden. Ein wirklicher Zusammenhang der vitalen Eigenschaften dieser organischen Wesen und Bildung der Gährungsproducte ist nicht entfernt bewiesen, und Niemand hat auch nur den Versuch gemacht, beide Erscheinungen in Verbindung zu bringen und zu erklären, wie und auf welche Weise eine Pflanze die Zersetzung des Zuckers in Alkohol und Kohlensäure bedinge. Wenn man die Gründe, womit diese vitalistische Ansicht gestützt und vertheidigt wird, näher beleuchtet, so glaubt man sich in das Kindesalter der Naturforschung zurückversetzt. Es war eine Zeit, wo man über den Ursprung des Kalks in den Knochen, der Phosphorsäure im Gehirn, des Eisens im Blute, der Alkalien in den Pflanzen sich keine Rechenschaft zu geben vermochte, und wir finden es unbegreiflich, daß diese Unwissenheit als ein Beweis für die Meinung angesehen werden konnte, der thierische Organismus besitze die Fähigkeit, Eisen, Phosphor, Kalk, Kali vermöge der in ihm wirkenden lebendigen Kräfte aus einer Nahrung zu erzeugen, in welcher diese Stoffe

fehlten. Mit dieser bequemen Erklärung war die Frage nach dem Ursprung natürlich abgeschlossen, die eigentliche Forschung hörte damit auf.

Die einfache Wahrnehmung führt in der Betrachtung gewisser Gährungs- und Fäulnißprocesse auf das Vorhandensein lebender Wesen, und ohne weitere Fragen zu stellen, wird die Gegenwart der letzteren, deren Ursprung völlig dunkel ist, mit den Fäulniß- und Gährungsproducten in Verbindung gebracht; weil man keine andere Ursache aufzufinden weiß, welche die Bildung dieser Producte erklärt, wird eine Ursache zu Hülfe genommen, welche vollkommen unverständlich ist.

Was die Meinung betrifft, daß die Fäulniß thierischer Substanzen von mikroskopischen Thieren bewirkt werde, so läßt sie sich mit der Ansicht eines Kindes vergleichen, welches den raschen Fall und Lauf des Rheinstromes durch die vielen Rheinmühlen bei Mainz sich erklärt, deren Räder das Wasser mit Gewalt nach Bingen hin bewegen.

Ist es denkbar, Pflanzen und Thiere als Ursachen von Wirkungen anzusehen, als Vernichter und Zerstörer von Pflanzen- und Thierleibern, wenn sie selbst und ihre eigenen Bestandtheile den nämlichen Zerstörungsprocessen unterliegen?

Wenn der Pilz die Ursache der Zerstörung eines Eichbaums, das mikroskopische Thier die Ursache der Fäulniß eines todten Elephanten ist, was bewirkt denn nach seinem Absterben die Fäulniß des Pilzes, die Fäulniß und Verwesung des todten mikroskopischen Thieres? Sie gähren, faulen und verwesen ja auch, und verschwinden allmälig ganz, wie der Baum und das große Thier, und liefern zuletzt die nämlichen Producte!

Es ist unmöglich, sich dieser Ansicht hinzugeben, wenn man bedenkt, daß die Gegenwart mikroskopischer Thiere in faulenden Stoffen ganz zufällig ist, daß man ihr Erscheinen meistens durch Ausschluß des Lichtes verhindern kann, daß diese Stoffe in Fäulniß und Verwesung ohne alle Mitwirkung derselben versetzt werden können, daß in tausend Fällen im faulenden Harn, Käse, Galle, Blut kein Thier dieser Art wahrgenommen wird, daß sie in andern erst in einer gewissen Periode erscheinen, wo die Gährung oder Fäulniß längst begonnen hat.

Die Fäulniß von der Gegenwart mikroskopischer Thiere abzuleiten, ist gerade so, wie wenn man den Käfern, die in Beziehung auf ihre Nahrung auf Thierexcremente angewiesen sind, oder den Würmern, die man im Käse findet, den Zustand der Zersetzung der Excremente oder des Käses zuschreiben wollte.

Die Gegenwart mikroskopischer Thiere, die man oft in so ungeheurer Anzahl in verwesenden Materien wahrnimmt, kann an sich nicht auffallend sein, da sie offenbar in denselben die Bedingungen zu ihrer Ernährung und Entwickelung vereinigt vorfinden; ihr Erscheinen ist nicht wunderbarer, als die Züge der Salmen aus dem Meere nach den Flüssen, oder das Entstehen der Salzpflanzen in der Nähe der Salinen; der einzige Unterschied liegt ja nur darin, daß wir in den letzten Fällen ihren Weg verfolgen können, während sich die Keime der Pilze und Eier der Infusorien, ihrer außerordentlichen Kleinheit und des

ungeheuren Luftmeeres wegen, durch welches sie verbreitet werden, unserer Beobachtung entziehen. Sie müssen überall zum Vorschein kommen, wo der Entwickelung des Keimes oder des Eies keine Hindernisse entgegenstehen.

Sicher ist, daß durch ihre Gegenwart die Verwesung außerordentlich beschleunigt wird; ihre Ernährung setzt ja voraus, daß sie die Theile des todten Thierleibes zu ihrer eigenen Ausbildung verwenden, seine raschere und schnellere Zerstörung muß die unmittelbare Folge davon sein. Wir wissen, daß aus einem Individuum in sehr kurzer Zeit viele Tausende entstehen, daß ihr Wachsthum und ihre Entwickelung in gewisse Grenzen eingeschlossen sind. Haben sie eine gewisse Größe erreicht, so nehmen sie an Umfang nicht mehr zu, ohne daß sie deshalb aufhören, Nahrung zu sich zu nehmen. Was wird nun — so muß man fragen — aus dieser Nahrung, die ihren Leib nicht mehr vergrößert? Muß sie nicht in ihrem Organismus eine ähnliche Veränderung erleiden, welche ein Stück Fleisch oder Knochen erfährt, das wir einem ausgewachsenen Hunde geben, dessen Körpergewicht davon nicht mehr vermehrt wird? Wir wissen genau, daß die Nahrung des Hundes zur Erhaltung der Lebensprocesse gedient hat und daß ihre Elemente in seinem Leibe die Form von Kohlensäure und Harnstoff erhalten, welcher letztere außerhalb mit Schnelligkeit in Kohlensäure und Ammoniak zerfällt. Diese Nahrung erfährt also in dem Organismus dieselbe Veränderung, wie wenn wir sie trocken in einem Ofen verbrannt hätten, sie verweset in seinem Körper.

Ganz dasselbe geht in den verwesenden Thiersubstanzen vor sich; sie dienen den mikroskopischen Thieren zur Nahrung, in deren Leibern ihre Elemente verwesen; sie sterben wenn die Nahrung verzehrt ist, und ihre Leiber gehen in Fäulniß und Verwesung über, und mögen vielleicht neuen Generationen anderer mikroskopischen Wesen zur Entwickelung dienen; aber der Vorgang an sich ist und bleibt ein Verbrennungsproceß, in welchem die Elemente des ursprünglichen Körpers, ehe sie sich mit dem Sauerstoff verbanden, zu Bestandtheilen lebendiger Wesen wurden, in welchem sie also in eine Reihe intermediärer Verbindungen übergingen, ehe sie in die letzten Producte des Verwesungsprocesses zerfielen. Die Bestandtheile der Thiere, die sich im Körper mit dem Sauerstoff verbinden, gehören aber dem lebendigen Leibe nicht mehr an. Während der eigentlichen Fäulniß, der Zersetzung also der Thiersubstanzen, welche bei Abschluß des Sauerstoffs erfolgt, entwickeln sich Gase (Schwefelwasserstoffgas), welche giftig wirken und dem Leben, auch der mikroskopischen Thiere, eine rasche Grenze setzen; nie finden sich in Menschenexcrementen, während sie faulen, mikroskopische Thiere, die sich während ihrer Verwesung in Menge zeigen.

Eine weise Natureinrichtung hat die mikroskopische Thierwelt in Beziehung auf ihre Nahrung auf die todten Leiber höherer organischer Wesen angewiesen und in ihnen selbst ein Mittel geschaffen, den schädlichen Einfluß, den die Producte der Fäulniß und Verwesung auf das Leben höherer Thierclassen ausüben, auf die kürzeste Zeit zu beschränken.

Die neuesten Entdeckungen, die man in dieser Beziehung gemacht hat, sind so wunderbar und außerordentlich, daß sie gewiß verdienen, einem größeren Kreise bekannt zu werden. Schon Rumford hatte beobachtet, daß Baumwolle, Seide, Wolle und andere organische Körper, in einem mit Wasser ganz angefüllten Gefäße dem Sonnenlichte ausgesetzt, nach drei bis vier Tagen zu einer Entwickelung von reinem Sauerstoffgas Veranlassung gaben. Mit der Erscheinung der ersten Gasblasen nimmt das Wasser eine grünliche Farbe an, und zeigt unter dem Mikroskope eine außerordentlich große Anzahl kleiner rundlicher Infusorien, welche dem Wasser die Farbe geben. Von Conserven oder anderen Pflanzen, von denen die Sauerstoffentwickelung hätte herrühren können, war nicht das Geringste wahrzunehmen.

Diese vor siebenzig Jahren gemachten Beobachtungen wurden durch neuere der Vergessenheit entrissen. In den Soolkasten der Saline Rodenberg in Kurhessen bildet sich eine schleimige, durchscheinende Masse, welche den Boden einen bis zwei Zoll hoch bedeckt und überall mit großen Luftblasen durchsetzt ist, die in Menge emporsteigen, sobald man mit einem Stocke die sie einschließenden Häute zerreißt. Nach einer Untersuchung von Pfankuch ist dieses Gas ein so reines Sauerstoffgas, daß sich ein glimmender Holzspan darin wieder entzündete, was durch Wöhler bestätigt wurde. Des letzteren mikroskopische Untersuchung dieser Masse zeigte, daß sie fast ganz aus lebenden Infusorien, aus Navicula- und Gallionella-Arten bestand, die in der Kieselguhr von Franzensbad und den Freiberger papierartigen Gebilden vorkommen; sie gab nach dem Auswaschen und Trocknen beim Glühen Ammoniak und hinterließ eine weiße Asche, welche aus den Kieselskeletten dieser kleinen Wesen bestand, die noch so scharf die Form derselben zeigten, daß man den frischen Schleim, nur ohne Bewegung, zu betrachten glaubte. Beinahe gleichzeitig zeigten die Herren Ch. und A. Morren (in den Schriften der Akademie in Brüssel, 1841), daß sich aus Wasser unter Mitwirkung organischer Verhältnisse Gas entwickele, welches bis zu 61 pCt. Sauerstoff enthalte, und daß dieses Phänomen dem Chlamidomonas pulvisculus (Ehrenberg) und einigen anderen, noch niedriger stehenden grünen und rothen Infusorien zugeschrieben werden müsse. Der Autor selbst benutzte die Gelegenheit, die ein durch verschiedene Arten Infusorien grün gefärbtes Wasser aus einem Brunnentroge seines Gartens darbot, um sich von der Richtigkeit dieser merkwürdigen Thatsache zu überzeugen; es wurde durch ein Sieb mit sehr feinen Löchern fließen gelassen, um alle Conserven oder Pflanzentheile zurückzulassen, und in einem ganz damit angefüllten, umgekehrten Becherglase, dessen Oeffnung mit Wasser gesperrt war, dem Sonnenlichte ausgesetzt. Nach vierzehn Tagen hatten sich über dreißig Cubikzolle so reines Sauerstoffgas in dem Glase gesammelt, daß ein glimmender Holzspan sich sogleich darin wieder entflammte.

Ohne einen Schluß irgend einer Art in Hinsicht auf die Ernährungsweise dieser Wesen zu wagen, bleibt es nach diesen Beobachtungen gewiß, daß in einem Wasser, in welchem sich lebendige Infusorien unter der

Einwirkung des Sonnenlichtes befinden, eine Quelle der reinsten Lebensluft sich bildet; es bleibt gewiß, daß von dem Augenblicke an, wo diese Thiere in dem Wasser wahrgenommen werden, dieses Wasser aufhört, schädlich oder nachtheilig auf höhere Thierclassen und Pflanzen zu wirken; denn es ist unmöglich, anzunehmen, daß sich reines Sauerstoffgas aus einem Wasser entwickeln kann, welches noch faulende oder verwesende Materien enthält, Stoffe also, welche die Fähigkeit haben, sich mit Sauerstoff zu verbinden.

Denken wir uns einem solchen Wasser einen in Fäulniß oder Verwesung begriffenen Thierstoff zugesetzt, so muß er in einer solchen Sauerstoffquelle in einer unendlich viel kürzeren Zeit in seine letzten Producte aufgelöst werden, als wenn diese Infusorien darin fehlten.

In den verbreitetsten Classen dieser Infusorien (den grün- und rothgefärbten) erkennen wir demnach die wunderbarste Ursache, welche aus dem Wasser alle, das Leben höherer Thierclassen vernichtende Substanzen entfernt, und an ihrem Platze Nahrungsstoff für die Pflanzen und den zur Respiration der Thiere unentbehrlichen Sauerstoff schafft.

Sie können nicht die Ursachen der Fäulniß, der Erzeugung giftiger, auf das Pflanzen- und Thierleben schädlich wirkender Producte sein, sondern ein unendlich weiser Zweck bestimmt sie, den Uebergang der Elemente faulender organischer Materien in die letzten Producte zu beschleunigen.

Unter den Pilzen und Schwämmen giebt es viele Arten, die ohne alles Licht sich entwickeln, deren Zunahme an Masse, deren Leben begleitet ist von allen Erscheinungen, die das Thierleben charakterisiren, sie verderben die Luft und machen sie unathembar, indem sie Sauerstoff absorbiren und Kohlensäure aushauchen; in chemischer Beziehung verhalten sie sich wie Thiere, denen Bewegung mangelt.

Im Gegensatz von dieser Classe von Wesen, welche kaum Pflanzen zu nennen sind, giebt es lebendige Geschöpfe, mit Bewegung begabt, die sich am Lichte wie die grünen Pflanzen verhalten, welche, indem sie sich vermehren und vergrößern, Quellen schaffen von Sauerstoff, der durch sie überall hingelangt, wo sein Zutritt in der Form von Luft gehindert oder verschlossen ist.

Es ist klar, daß Infusorien nur an Orten zum Vorschein kommen, sich entwickeln und vermehren können, wo die ihnen nöthige Nahrung in der zur Aufnahme geeigneten Form in Ueberfluß dargeboten wird. Durch zwei Bestandtheile, welche der unorganischen Natur angehören, zeichnen sich mehrere, und zwar sehr verbreitete Arten vor anderen aus: Diese sind Kieselerde, woraus die Schalen oder Panzer vieler Navicula-Arten, Exilarien, Bacillarien 2c. bestehen, und Eisenoxyd, welches einen Bestandtheil vieler Gaillonellen ausmacht. Der kohlensaure Kalk der Kreidethierchen ist den Gehäusen der gewöhnlichen Schalthiere völlig gleich.

Man hat sich darin gefallen, die ungeheuren Ablagerungen von Kieselerde, Kalk und Eisenoxyd in der Kieselguhr, dem Polirschiefer, dem Tripel, der Kreide, den Rasen- und Sumpferzen, dem Lebensproceß vorweltlicher Infusorien, die Bildung dieser Gebirgslager ihrer

Lebensthätigkeit zuzuschreiben; allein man bedachte hierbei nicht, daß die Kreide, Kieselerde und das Eisenoxyd als nothwendige Bedingungen ihres Lebens vorhanden sein mußten, ehe sie sich entwickelten, daß diese Bestandtheile noch heute in dem Meere, den Seen und Sümpfen niemals fehlen, wo dieselben Thierclassen vorkommen.

Das Wasser, worin die vorweltlichen Infusorien lebten, enthielt die Kieselerde und die Kreide in Auflösung, ganz geeignet, um sich in der Form von Marmor, Quarz und verwandten Gesteinen durch Verdunstung abzusetzen. Diese Abscheidung wäre unzweifelhaft in der gewöhnlichen Weise erfolgt, wenn das Wasser nicht nebenbei die faulenden und verwesenden Ueberreste vorangegangener Thiergeschlechter und durch sie die anderen Bedingungen zum Leben der Kiesel- und Kalk-Infusorien enthalten hätte.

Ohne diese Substanzen zusammen vereinigt, würde keine dieser Thierclassen sich fortgepflanzt und zu so ungeheuren Massen vermehrt haben; sie waren nur zufällige Vermittler der Form, welche die kleinen Theilchen zeigen, woraus diese Ablagerungen bestehen; zufällig in so fern auch ohne diese Thiere die Abscheidung des Kalkes, der Kieselerde und des Eisenoxydes erfolgt wäre. Das Meerwasser enthält den Kalk der Korallenthiere, der zahllosen Schalthiere, die in diesem Medium leben, in der nämlichen Form und Beschaffenheit, wie er in den Seen und Sümpfen enthalten war, worin die Kreidethierchen oder die Schalthiere, aus deren Gehäuse die Muschelkalk-Formation besteht, sich entwickelten.

Die Anhänger der Ansicht, nach welcher die Fäulniß eine Zersetzung organischer Stoffe, bedingt durch Infusorien und Pilze ist, betrachten einen faulenden Körper als eine Infusorienhecke oder Pilzplantage, und wo organische Körper auf weiten Strecken in Fäulniß gerathen, müsse die ganze Atmosphäre mit Keimen derselben angefüllt sein. Die Keime dieser organischen Wesen, in so fern sie sich in dem Leibe der Menschen und Thiere entwickeln, sind nach ihnen die Keime von Krankheitsursachen, aus ihnen bestehen die Contagien und Miasmen.

Die Grundlage dieser sogenannten Parasitentheorie läßt sich auf zwei Thatsachen zurückführen; die eine ist die Fortpflanzung der Krätze, die andere eine bei den Seidenraupen vorkommende Krankheit, die Muscardine.

Die Krätze ist eine Hautentzündung, veranlaßt durch den Reiz einer Milbe (Acarus Scabiei, Sarcoptes humanus), welche auf der Haut, richtiger in Gängen derselben, lebt; zur Mittheilung der Krätze bedarf es einer dauernden Annäherung, besonders zur Nachtzeit, weil die Krätzmilbe ein nächtliches Raubthier ist. Daß die Milbe wirklich das Contagium der Krätze sei, wird durch folgende Thatsachen erwiesen: Einimpfung des Eiters aus Krätzpusteln erzeugt nicht Krätze, eben so wenig das Tragen der Krusten scabiöser Pusteln auf dem Arme; sodann kann die Krätze geheilt werden durch Abreiben der Milben mit Ziegelmehl; sie kann nicht übertragen werden durch männliche, sondern nur durch befruchtete weibliche Krätzmilben. Zur allgemeinen Krankheit wird die

Krätze durch Fortpflanzung; die Krankheit ist chronisch und heilt nicht von selbst. (Henle).

Das Contagium der Krätze ist hiernach ein Thier mit Freßwerkzeugen, welches Eier legt; es heißt fixes Contagium, weil es nicht fliegen kann und weil seine Eier durch die Luft nicht verschleppt werden.

Die Muscardine ist eine Krankheit der Seidenraupe, welche von einem Pilze verursacht wird. Die Keime des Pilzes in den Körper der Raupe eingeführt, wachsen auf Kosten derselben nach Innen; nach dem Tode des Thieres durchbohren sie die Haut und auf ihrer Oberfläche erscheint ein Wald von Pilzen, welche allmälig vertrocknen und sich in einen feinen Staub verwandeln, welcher durch die leichteste Bewegung sich von dem Körper, auf dem er lagert, erhebt und in die Luft zerstreut; sie ist der Typus der flüchtigen Contagien. Gute Nahrung, vollkommene Gesundheit erhöhen die Ansteckungsfähigkeit der Individuen, auf welchen sich diese Keime verbreiten.|

Man hat aber wahrgenommen, daß eine Menge von Insecten nur in dem Leibe oder unter der Haut höherer Thiere sich entwickeln und fortpflanzen, und so durch sie in vielen Fällen Krankheit und Tod des höheren Thieres herbeigeführt wird. Wenn man sich darin gefällt, die Krätzmilbe ein Contagium zu nennen, so gehören alle Krankheiten, welche durch Thiere, durch Parasiten in gleicher Weise verursacht werden, zu den contagiösen Krankheiten, da die Größe oder Kleinheit des Thieres für die Erklärung keinen Unterschied abgeben kann.

Man hat parasitische Pflanzen, ähnlich der Muscardine, an kranken Fischen, an Infusorien, an Hühnereiern wahrgenommen, und es ist hiernach gewiß, daß diese Beobachtungen eine Reihe von Thatsachen feststellen, welche in der Pflanzen- und Thierwelt überaus häufig wahrgenommen werden, nämlich Krankheit und Absterben durch Parasiten, die ausschließlich nur auf Kosten der Bestandtheile anderer Thiere oder Pflanzen leben; und wenn es zulässig ist, einen Pilz mit dem Namen Contagium zu bezeichnen, so muß zugegeben werden, da die Größe oder Kleinheit die Anschauungsweise nicht ändern kann, daß es 6 bis 8 Zoll lange Contagien giebt; denn der Pilz Sphaeria Robertii, der sich in dem Leibe der neuseeländischen Raupe entwickelt, erreicht diese Größe.

Wenn man aber weiß, daß die Krätze durch Thiere, und andere Krankheitszustände durch Pilzsporen fortgepflanzt werden, so bedarf es keiner besonderen Theorie, um die Mittheilung und Ansteckung zu erklären, und es versteht sich ganz von selbst, daß alle Zustände zu derselben Classe gehören, wenn durch die Beobachtung gleiche oder ähnliche Ursachen der Fortpflanzung nachgewiesen worden sind.

Wenn man nun fragt, welche Resultate die Forschung nach gleichen oder ähnlichen Ursachen bei andern ansteckenden Krankheiten geliefert hat, so erhält man zur Antwort, daß in dem Contagium der Pocken, der Pest, der Syphilis, des Scharlachs, der Masern, des Typhus, des gelben Fiebers, des Milzbrandes, der Wasserscheu die gewissenhafteste Beobachtung nicht im Stande gewesen ist, Thiere oder überhaupt

organisirte Wesen, denen das Fortpflanzungsvermögen zugeschrieben werden könnte, nachzuweisen.

Es giebt demnach Krankheiten, welche durch Thiere verursacht werden, durch Parasiten, die sich in dem Leibe anderer Thiere entwickeln und auf Kosten ihrer Bestandtheile leben; sie können mit anderen Krankheiten nicht verwechselt werden, wo diese Ursachen völlig fehlen, so viele Aehnlichkeit sie auch in ihren äußeren Erscheinungen mit einander haben mögen. Es ist möglich, daß für eine oder die andere contagiöse Krankheit weitere Untersuchungen den Beweis liefern, daß sie zu der Classe der durch Parasiten bedingten Krankheiten gehören; so lange aber dieser Beweis noch nicht geliefert ist, müssen sie nach den Regeln der Naturforschung ausgeschlossen bleiben. Die Aufgabe der Wissenschaft ist es, für diese anderen Krankheiten die besonderen Ursachen, durch die sie hervorgebracht werden, zu ermitteln; die Frage darnach muß gestellt werden, sie wird auf den Weg führen, sie zu finden.

Die größte Schwierigkeit in dieser Art Untersuchungen liegt offenbar darin, daß wir, an einer gewissen Grenze angekommen, die Wirkungen der in einem belebten Wesen thätigen Kräfte von denen der physikalischen Kräfte nicht mehr zu unterscheiden vermögen. Alle Bemühungen, die Linie, welche das Thier und die Pflanze scheidet, d. h. bestimmte unterscheidende Merkzeichen zwischen beiden aufzufinden, sind bis jetzt ohne Erfolg gewesen. Was wir finden, sind Uebergänge, aber keine Grenzen. Es giebt Actionen, welche durch physikalische Kräfte bedingt werden, und die in ihrer Erscheinung eine Menge Eigenthümlichkeiten der in belebten Wesen wirkenden Ursachen an sich tragen. In einem Thiere der höheren Classen beobachten wir in der Anordnung seiner Theile und in den von diesen ausgehenden wunderbaren Thätigkeiten eine so große und auffallende Verschiedenheit von allen Erscheinungen der unbelebten Natur, daß viele verführt sind, sie besonderen, von den unorganischen ganz abweichenden Kräften zuzuschreiben; die vitalen Erscheinungen und ihre unbekannten Ursachen erschienen lange Zeit den Forschern so überwiegend, daß man die Mitwirkung der chemischen und physikalischen Kräfte vergaß, daß man ihr Vorhandensein bestritt und leugnete; in den niedrigsten Pflanzengebilden sind, im Gegensatz hierzu, chemische und physikalische Thätigkeiten so vorherrschend, daß die Existenz der vitalen ganz besondere Beweise bedarf; es giebt belebte Wesen, die in ihrer Gestalt unbelebten Niederschlägen gleichen; es ist Thatsache, daß geübte Beobachter krystallinische Bildungen für Algen oder Pilze gehalten und als solche beschrieben haben. An ihrer Grenzlinie sind die Wirkungen der chemischen Kräfte von denen der Lebenskraft nicht mehr unterscheidbar.

Es ist wunderbar genug, daß die in den Organismen thätige Kraft aus nicht mehr wie vier Elementen eine selbst in mathematischer Bedeutung unendliche Anzahl von Verbindungen hervorzubringen fähig ist; daß mit ihrer Hülfe aus Kohlenstoff, Stickstoff, Wasserstoff und Sauerstoff Körper entstehen, die alle Eigenschaften der Metalloxyde oder der anorganischen Säuren und Salze besitzen; daß an der Grenze der

Verbindungen sogenannter anorganischer Elemente eine Reihe von organischen Elementen beginnt, so umfassend, daß wir sie noch gar nicht übersehen können. Wir sehen die ganze anorganische Natur, alle die zahlreichen Verbindungen der Metalle und Metalloide reproducirt in der organischen; aus Kohlenstoff und Stickstoff, aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, aus Stickstoff und Wasserstoff entstehen zusammengesetzte Atome, welche ihren Eigenschaften nach dem Chlor, oder dem Sauerstoff, oder dem Schwefel, oder einem Metall vollkommen gleichen, und zwar nicht nur in einzelnen wenigen, sondern in allen Eigenschaften.

Man kann sich kaum etwas Merkwürdigeres denken, als daß aus Kohlenstoff und Stickstoff eine gasförmige Verbindung (das Cyan) hervorgeht, in welcher Metalle unter Licht- und Wärme-Entwickelung wie im Sauerstoffgas verbrennen, ein zusammengesetzter Körper, der seinen Eigenschaften und seinem Verhalten nach ein einfacher Körper, ein Element ist, dessen kleinste Theile die nämliche Form wie die des Chlors, Broms und Jods besitzen, indem er sie in ihren Verbindungen ohne alle Aenderung der Krystallform vertritt. In dieser und keiner andern Form schafft der lebendige Körper Elemente, Metalle, Metalloide, Gruppen von Atomen so geordnet, daß die in ihnen thätigen Kräfte nach viel mannichfaltigeren Richtungen hin zur Aeußerung gelangen; allein es giebt in der Natur keine Kraft, die etwas aus sich selbst erzeugt und schafft, keine, welche fähig ist, die Ursache zu vernichten, welche der Materie ihre Eigenschaft giebt; das Eisen hört nie auf Eisen, der Kohlenstoff Kohlenstoff, der Wasserstoff Wasserstoff zu sein; aus den Elementen der organischen Körper kann nie Eisen, es kann kein Schwefel, kein Phosphor daraus entstehen. Auf die Zeit, in welcher Meinungen dieser Art geduldet und gelehrt wurden, wird man in einem halben Jahrhundert mit dem Lächeln des Mitleids zurückblicken; es liegt einmal in der Natur des Menschen, sich Meinungen dieser Art überall zu schaffen, wo sein Geist, wie in der Kindheit, zu unentwickelt ist, um die Wahrheit zu begreifen.

Aehnlich wie die Erwerbung der gewöhnlichsten Bedürfnisse des Lebens, sind die geistigen Güter, die Kenntnisse, welche unsere materiellen Kräfte steigern und erhöhen, die Einsicht und die Erkenntniß der Wahrheit immer nur Früchte der Arbeit und Anstrengung. Nur wo der feste Wille fehlt, ist Mangel, die Mittel sind überall.

## Zweiundzwanzigster Brief.

Durch die Natur selbst, welches ein Ganzes ist, stehen die Naturwissenschaften in einem nothwendigen Verband mit einander, so daß keine derselben alle anderen zu ihrer Ausbildung völlig entbehren kann; die Erweiterung der einzelnen Gebiete in Folge ihrer Bearbeitung bringt es mit sich, daß in einer gewissen Periode zwei derselben an ihren Grenzen sich berühren. In dem Grenzgebiet bildet sich in der Regel eine neue Wissenschaft aus, welche den Gegenstand und die Betrachtungsweise der beiden Disciplinen in sich vereinigt; beide müssen, um in dieser Weise ineinandergreifen zu können, eine gewisse Stufe der Vollendung erreicht haben; die Selbstständigkeit des Hauptgebietes muß gesichert sein, denn eher wenden sich die Kräfte der Bearbeiter dem Anbau des Grenzgebietes nicht zu. Einer solchen Verschmelzung der Physiologie mit der Chemie sehen wir, als einer der bemerkenswerthesten Erscheinungen in der neueren Zeit entgegen. Die Physiologie ist an dem Punkte angelangt, wo sie die Chemie zur Erreichung ihres Zieles, der Erforschung der Lebenserscheinungen in ihrer Aufeinanderfolge nicht mehr entbehren kann; die Chemie, welche nachweisen soll, in welchem Verhältniß die vitalen Eigenschaften abhängig sind von den chemischen Kräften, ist vorbereitet, um neue Gebiete zu selbstständiger Bearbeitung in sich aufzunehmen.

Die Erscheinungen, welche die Thiere während ihres Lebens darbieten, gehören zu den zusammengesetztesten in der Natur, und es ist der Nachweis ihrer verschiedenen Ursachen, so wie die Ermittelung des Antheils, den jede einzelne daran hat, mit besonderen Schwierigkeiten verknüpft. Es ist eine Regel in der Naturforschung, in dem Studium einer Erscheinung jede einzelne Schwierigkeit, welche untersucht werden soll, in so viel Theile, als man kann, zu scheiden, und einen jeden für sich der Beobachtung zu unterwerfen. Nach diesem Grundsatz lassen sich alle physiologischen Erscheinungen in zwei Classen trennen, von denen eine jede bis zu einer gewissen Grenze ganz unabhängig von der anderen studirt werden kann; in der Natur findet, wie sich von selbst versteht, eine solche Trennung nicht statt, beide Classen von Erscheinungen sind von einander abhängig, so zwar, daß sie sich gegenseitig bedingen.

Die Vorgänge der Befruchtung, der Entwickelung und des Wachs=

thums der Thiere, die Beziehungen ihrer Organe zu einander und die diesen zukommenden Thätigkeiten, die Gesetze ihrer Bewegung und der Bewegung der flüssigen Bestandtheile des Thierkörpers, die Eigenthümlichkeiten der Nerven- und Muskelfaser, alle diese auffallenden und merkwürdigen Erscheinungen lassen sich ermitteln ohne besondere Rücksicht auf die Materie oder den Stoff, aus dem die Träger derselben bestehen.

Aber die Physiologie hat es noch mit anderen, nicht minder wichtigen Erscheinungen zu thun. Die Verdauung, Blutbildung, Ernährung, Athmung und Absonderung beruhen auf einer Form- und Beschaffenheitsänderung der von außen dem Organismus zugeführten Stoffe oder von gewissen flüssigen und festen Bestandtheilen desselben, und es ist die Erforschung dieser Vorgänge, so weit sie unabhängig von der Form gedacht werden können, in welcher die Chemie der Physiologie Hülfe leisten soll.

Es ist einleuchtend, daß die Physiologie zwei Grundlagen hat, und daß durch die Verschmelzung der physiologischen Physik, deren Grundlage die Anatomie ist, mit der physiologischen Chemie, welche sich auf die Thierchemie stützt, eine neue Wissenschaft hervorgehen muß, eine eigentliche Physiologie, die sich zu der Wissenschaft, welche gegenwärtig diesen Namen trägt, verhalten wird wie die heutige Chemie zu der des vorigen Jahrhunderts.

Um sich von dem Einfluß des Ineinandergreifens der Chemie und Physiologie eine richtige Vorstellung zu machen, muß man sich an ähnliche Vorgänge in der Wissenschaft erinnern. So ist der Charakter der gegenwärtigen Chemie wesentlich dadurch bedingt worden, daß sie ganze Zweige der Physik in sich aufnahm, die jetzt aufgehört haben, der Physik anzugehören. Das specifische Gewicht der Körper im Gaszustand wurde vor 40 Jahren noch als rein physikalische Eigenschaft angesehen. Seitdem man aber weiß, daß diese Eigenschaft in einem bestimmten Verhältniß abhängig ist von der Zusammensetzung, gehört die Lehre von der Dichtigkeit der Körper im Dampfzustand der Chemie an. Eine ähnliche Beziehung hat sich herausgestellt zwischen der specifischen Wärme, der Ausdehnung durch die Wärme, dem Siedepunkt, der Krystallgestalt der Körper und ihrer Zusammensetzung, und es ist jetzt vorzugsweise die Chemie, die sich mit der genaueren Erforschung dieser Verhältnisse beschäftigt. Die Lehre von der Elektricität, insofern sie als die Folge einer Form- und Beschaffenheitsänderung auftritt, ist beinahe ganz in das Gebiet der chemischen Lehren übergegangen.

In ganz ähnlicher Weise wird die genauere Bekanntschaft mit den Lebenserscheinungen die Ueberzeugung befestigen, daß eine Menge physiologischer Eigenschaften abhängig sind von der chemischen Zusammensetzung, und es wird die Physiologie, wenn sie die Thierchemie in sich aufgenommen hat, die Mittel besitzen, um dieses Abhängigkeits-Verhältniß zu erforschen; sie wird damit in den Stand gesetzt sein, einen richtigeren Ausdruck für die physiologischen Erscheinungen zu finden.

Es ist längst versucht worden, die vitalen Erscheinungen nach

chemischen Grundsätzen ausschließlich zu erklären und die Physiologie zu einem Theil der Chemie zu machen; dies geschah schon vor Jahrhunderten, zu einer Zeit, wo man die chemischen Vorgänge im Körper genauer als den Organismus selbst kannte. Als man später den wunderbaren Bau, die Form und Beschaffenheit der Organe und ihr Zusammenwirken durch ein genaueres Studium der Anatomie kennen gelernt hatte, da glaubte man den Schlüssel zur Erklärung in gewissen Principien der Mechanik gefunden zu haben.

Alle diese Versuche sind gescheitert und ihr Mißlingen begründet die Selbstständigkeit der Physiologie.

Die Mineralogie befand sich der Chemie gegenüber in einem ähnlichen Verhältniß; vor 40 Jahren noch erklärten sie Viele für einen Theil der Chemie, man reihte die zusammengesetzten Mineralien in die Classe der Salze ein. Die Mineralogie errang ihre Unabhängigkeit, nicht indem sie die Lehren der Chemie von sich entfernt hielt, sondern dadurch, daß sie die Festsetzung der Eigenschaft der Zusammensetzung in ihr Gebiet aufnahm; seitdem die Mineral-Analyse zu einem Theil der Mineralogie geworden ist, sind es die Mineralogen, von denen wir jetzt die merkwürdigsten Aufschlüsse über das Verhältniß der Mischung der Mineralien zu ihrer Form und übrigen Eigenschaften erhalten.

Ein an sich leicht zu beseitigendes Hinderniß der Verständigung besteht in diesem Augenblicke noch darin, daß man in der Physiologie mit einem und demselben Worte nicht immer eine Vereinigung derselben Dinge oder derselben Verbindungen mit denselben Eigenschaften bezeichnet, sondern daß man im Gebrauch der Namen weniger die Natur und Beschaffenheit der Stoffe, als die Rolle, die man ihnen im Lebensprocesse zuschreibt oder ihr Vorkommen in bestimmten Organen berücksichtigt.

In der Physiologie bezeichnet man z. B. mit Harn, mit Galle Flüssigkeiten, die sich in Säcken gewisser Apparate befinden, deren Natur auf das mannichfaltigste wechseln darf, ohne daß sie aufhören, als Harn oder Galle angesehen zu werden. In ähnlicher Weise ist der Begriff von Blut nicht abgeleitet von gewissen Eigenschaften, sondern er knüpft sich ohne alle Rücksicht auf Farbe und Beschaffenheit an die Ernährungsfähigkeit oder Ernährungsfunction und ist unzertrennlich von diesem Begriff, dem alle übrigen Eigenschaften untergeordnet sind.

In der Chemie, welche die Körper ihren Eigenschaften nach studirt, knüpft sich an die Namen Harn, Galle, Blut, Milch ꝛc. ein Inbegriff von gewissen Eigenschaften, in der Art, daß der Name dem Stoff oder der Flüssigkeit nicht gegeben werden darf, wenn die Eigenschaften fehlen, die damit zusammengefaßt werden, und da Harn, Galle, Blut, Gemenge mehrerer einfachen Verbindungen sind, so unterscheidet die Chemie die nie wechselnden als die wesentlichen oder charakteristischen von den wechselnden, welche die Haupteigenschaften nicht bedingen.

Der Begriff von Harn ist in der Chemie unzertrennlich von dem Vorhandensein gewisser Verbindungen, des Harnstoffs, der Harnsäure, und es kann chemischerseits einer Flüssigkeit der Name „Harn“ nicht gegeben werden, worin diese Verbindungen völlig fehlen.

Das Blut, die Milch ꝛc. sind Gemenge, d. h. es sind Mischungen, deren Bestandtheile nicht in festen, unveränderlichen, sondern in unbestimmten Verhältnissen zugegen sind; die gemengte Beschaffenheit des Blutes ist schon für das bewaffnete Auge wahrnehmbar; man sieht unter dem Mikroskop rothgefärbte kleine rundliche Scheibchen, die Blutkörperchen, in einer kaum oder schwach gelblich gefärbten Flüssigkeit, dem Serum, schwimmen. Die Lymphe enthält zwei farblose Körper, von denen der eine bei gewöhnlicher Temperatur (als Fibrin), der andere in höherer als Gerinnsel sich abscheidet. Die trübe, weißliche Beschaffenheit derselben wird durch sichtbare Fetttröpfchen hervorgebracht. Schüttelt man die Lymphe mit Aether, so wird sie klar und durchsichtig, indem der Aether das Fett auflöst.

Mit gleicher Einfachheit läßt sich die gemengte Beschaffenheit anderer organischer Flüssigkeiten, der Galle z. B., nicht darthun; es gelingt dies demungeachtet leicht durch die Anwendung von chemischen Scheidungsmitteln, von denen man weiß, daß sie keine verändernde Wirkung, d. h. keinen Wechsel in den chemischen Eigenschaften der Körper, mit denen man sie zusammenbringt, verursachen.

Die Galle der Thiere ist goldgelb, grünlich oder gelbbraun gefärbt; frisch aus der Blase genommen, enthält sie einen gallertartigen, aufgequollenen, im Wasser unlöslichen geschmacklosen Stoff beigemengt, der sich vollkommen davon trennen läßt, wenn die Galle mit Alkohol gemischt wird. Diese Mischung besitzt die Farbe der Galle; filtrirt man sie durch Kohlenpulver, so behält dieses den Farbstoff zurück, während alle übrigen Bestandtheile in der abfließenden farblosen Lösung bleiben.

Es findet demnach in der Galle in Beziehung auf Gefärbtsein ein ähnliches Verhältniß, wie im Blute statt, mit dem Unterschiede jedoch, daß der Farbstoff in der Galle gelöst, wiewohl nicht in einer chemischen Verbindung mit einem der anderen organischen Bestandtheile derselben sich befindet. Wäre letzteres der Fall, so würde die Kohle noch einen anderen organischen Stoff enthalten müssen; außer dem Farbstoff enthält sie aber keinen anderen. Schüttelt man die Galle mit Aether, oder mischt man zu einer Auflösung von farbloser (entfärbter) Galle in Weingeist eine hinlängliche Menge von Aether, so trennt sich die Mischung in zwei Schichten, in eine dicke syrupähnliche Flüssigkeit, welche zu Boden fällt, und in eine leichtere, welche obenauf schwimmt. Die letztere enthält den zugesetzten Aether, der jetzt beim Verdampfen eine Menge Fett hinterläßt. Dieses Fett war ein Bestandtheil der Galle, der aber darin nicht aufgeschlämmt in Tröpfchen, wie in der Lymphe, sondern in Lösung sich befand.

Die Galle der Vögel, Säugethiere, Fische, Amphibien, soweit sie untersucht sind, verhält sich gegen Weingeist, Kohle, Aether auf ganz gleiche Weise, sie ist keine einfache Verbindung, sondern ein Gemenge von einfachen Verbindungen. Wäre es eine einfache Verbindung, so würde sich keine einzige ihrer Eigenschaften hinwegnehmen lassen ohne Vernichtung aller oder der Mehrzahl ihrer anderen Eigenschaften; aber von der Galle läßt sich die Dickflüssigkeit entfernen, ohne daß die

übrigen Eigenschaften derselben die mindeste Veränderung erfahren, eben so die Farbe, ihre der Seife verwandte Beschaffenheit, aber von dem Stoff, der übrig bleibt, kann keine der ihm zukommenden Eigenschaften mehr hinweggenommen werden, es ist die Natronverbindung der mit Glycocoll oder Taurin gepaarten stickstoffhaltigen Cholalsäure, ausgezeichnet durch ihren sehr bitteren Geschmack und die Eigenschaft, mit etwas Zucker und concentrirter Schwefelsäure versetzt, eine purpurrothe Farbe anzunehmen*).

Die Wahrnehmung, daß beinahe alle Theile des thierischen Körpers, die Nerven- und Gehirnsubstanz, die Fäces das nämliche Fett wie die Galle enthalten, daß die von coagulirtem Blut abgeschiedene Flüssigkeit eine der Galle sehr ähnliche Farbe besitzt, daß der an der Oberfläche des Darmkanals sich häufig abscheidende Schleim von dem Schleim der Gallenblase nicht unterscheidbar ist, giebt zu erkennen, daß Fett, Farbstoff und Schleim nicht als wesentliche oder der Gallenflüssigkeit eigenthümliche Bestandtheile anzusehen sind; aber der bittere, im Aether unlösliche, im Alkohol und Wasser lösliche Stoff findet sich im gesunden Zustande nur in der Galle und sonst in keinem anderen Theile des Organismus, und er wird deshalb von dem Chemiker als derjenige angesehen, welcher der Galle ihren Charakter giebt, so daß unter Galle in chemischem Sinne nur dieser eine Bestandtheil gemeint wird.

Aus gleichen Gründen werden Harnsäure, Harnstoff und Allantoin, welches verwandte Verbindungen sind, in so fern Harnsäure in Harnstoff und Allantoin übergeführt werden kann, als charakteristische Bestandtheile des Harns aller Thiere angesehen, weil sich zwei oder einer davon in jedem Harn findet. Die Hippursäure oder Benzoesäure, welche Bestandtheile des Menschenharns und des Harns der Kuh und des Pferdes ausmachen, so wie das Kreatin und das Kreatinin im Menschenharn heißen wechselnde Bestandtheile, weil sie in dem Harn der Vögel und Schlangen fehlen oder wenigstens nicht aufgefunden worden sind.

Es ist bekannt, daß frisch aus der Ader gelassenes Blut in sehr kurzer Zeit, sich selbst überlassen, zu einer gallertartigen Masse gesteht, und daß dieses Gerinnen auf einer Abscheidung des Blutfibrins beruht, welches sich von der Flüssigkeit (dem Blutserum) in Gestalt einer Gallerte oder eines Netzwerks von unendlich feinen farblosen, durchscheinenden Fäden, welche die rothgefärbten Blutkörperchen einschließen (Blutkuchen), trennt. Wird das Blut vor dem Gerinnen mit einem Stabe oder einer Ruthe gepeitscht oder geschlagen, so bildet sich kein Blutkuchen, weil das sich abscheidende Fibrin gehindert wird, sich zu einem Netzwerk zu vereinigen, die Fäden kleben zu gröberen elastischen weichen Massen zusammen, die mit reinem Wasser gewaschen, allen Blutfarbestoff verlieren und völlig weiß werden. Dieses Blutfibrin in Wasser gebracht, dem man auf die Unze einen Tropfen Salzsäure zugesetzt hat, quillt

*) Bemerkenswerth ist, daß die Galle des Schweins eine eigenthümliche, von allen anderen bis jetzt untersuchten Gallen verschiedene organische Säure enthält.

darin zu einer dicken Gallerte auf, ohne sich aufzulösen*); wenn die Menge Wasser nicht zu groß ist, so wird es in dem aufschwellenden Fibrin beinahe ganz wie von einem Schwamme aufgesaugt; setzt man jetzt dieser Masse concentrirte Salzsäure zu, so schrumpft das Fibrin zu seinem ursprünglichen Volum wieder ein. Legt man dieses zusammengeschrumpfte Fibrin in reines Wasser, so quillt es wie im Anfang auf und es bewirkt ein Zusatz von Salzsäure ein neues Zusammenschrumpfen. Wenn man in dieser Weise das Fibrin abwechselnd bis zehnmal behandelt, zuletzt trocknet und verbrennt, so hinterläßt es nahe an 2 pCt. Asche, welche Eisenoxyd, Kalk und Phosphorsäure enthält. Es ist vollkommen einleuchtend, daß diese Bestandtheile dem Fibrin nicht beigemengt sind; denn sie werden in demselben von dessen anderen Elementen mit einer Kraft zurückgehalten, welche weit größer ist, als die sehr große Affinität, welche die Salzsäure zu dem phosphorsauren Kalk und dem Eisenoxyde besitzt. Man betrachtet deshalb die genannten unorganischen Stoffe als wesentliche oder nothwendige Bestandtheile des Blutfibrins.

Der Mangel des Verständnisses in der Ausdrucksweise ist nicht das einzige Hinderniß des kräftigen Zusammenwirkens der Chemie und Physiologie, ein vielleicht weit größeres liegt in der Verschiedenheit ihrer Untersuchungsmethoden. In den Untersuchungen der Chemie und Physik gilt es als Grundsatz, daß eine zusammengesetzte Erscheinung durch die Beobachtung vor allem anderen auf einfachere zurückgeführt werden muß; man beginnt mit dem Einfachen, um zum Studium des Zusammengesetzten überzugehen. Die ersten Fragen richten sich auf die nächsten, nicht auf die letzten Ursachen, von dem Bekannten geht man über zu dem Unbekannten. In der Physiologie und Pathologie wurde lange Zeit hindurch die verwickeltste Erscheinung zu erforschen gesucht, ehe man die einfachste kannte; man versuchte das Fieber zu erklären, ohne den Respirationsproceß zu kennen, man erklärte die Wärmeentwickelung im thierischen Körper, ohne den Einfluß der Atmosphäre in Rechnung zu ziehen; die Function der Galle in der Verdauung wurde erklärt, ohne die Galle zu kennen. Daher denn der immer sich wiederholende Streit über die Ursachen des Lebens, welcher an und für sich so unerquicklich, zweck- und nutzlos ist, weil uns die allernächsten Ursachen der einfachsten Lebenserscheinungen kaum bekannt sind.

Es ist sicher, daß eine Menge Wirkungen, die wir in lebendigen Körpern wahrnehmen, durch chemisch-physikalische Ursachen bedingt werden, aber man geht viel zu weit, hieraus schließen zu wollen, daß alle im Organismus thätigen Kräfte identisch sind mit denen, welche die todte Materie regieren. Es ist leicht darzuthun, daß die Anhänger dieser Ansicht die erste und einfachste Regel der physikalisch-chemischen Methode nicht im Auge haben, welche vorschreibt, zu beweisen, daß eine

*) In diesen Eigenschaften ist das Blutfibrin sehr verschieden von dem Fleischfibrin, einem Hauptbestandtheil des Thierkörpers, welches sich unter diesen Umständen zu einer klaren, nur durch Fetttheilchen getrübten Flüssigkeit auflöst.

Wirkung, die man einer Ursache zuschreibt, dieser Ursache auch wirklich angehört.

Wenn die Wärme, die Elektricität, der Magnetismus, die chemische Affinität als die Ursache der Lebenserscheinungen angesehen werden sollen, so muß vorerst der Beweis geführt sein, daß die Theile eines lebendigen Körpers, in welchem Kräfte wirken, ähnliche Erscheinungen zeigen wie die unorganischen Körper, wenn sie dem Einfluß der nämlichen Kräfte unterworfen sind; es muß dargethan werden, wie die genannten Kräfte zusammenwirken, um die wunderbare Harmonie der Verrichtungen hervorzubringen, welche die organischen Wesen von ihrer ersten Entwickelung an bis zu dem Augenblick darbieten, wo ihre Elemente der unorganischen Natur verfallen. Denn wenn man voraussetzt, daß die Kräfte der unorganischen Natur identisch mit denen der organischen sind, so nimmt man nothwendig an, daß alle Naturkräfte überhaupt uns bekannt, daß ihre Wirkungen ermittelt sind, daß man im Stande ist, von den Wirkungen rückwärts die Ursachen zu erschließen und aus einander zu setzen, welchen Antheil jede einzelne an den Verrichtungen des Lebens nimmt.

Es genügt einen Blick auf die Schriften der Autoren zu werfen, welche diese Ansicht vertheidigen, um sogleich wahrzunehmen, wie weit wir von dergleichen allgemeinen Schlüssen noch entfernt sind. In der Regel gehen diese Ansichten von sehr tüchtigen und gründlichen Forschern aus, welche sich vorzüglich mit der Ermittelung der Bewegungserscheinungen im Thierorganismus beschäftigen; indem sie finden, daß sie nach bestimmten mechanischen Gesetzen vor sich gehen, sind sie verführt zu glauben, daß sie von denselben Ursachen bedingt sind, wie die ähnlichen Bewegungserscheinungen, welche wir außerhalb des Körpers wahrnehmen. Keiner hat aber bis jetzt nur den Versuch gewagt, die Beziehungen dieser Wirkungen zur Wärme, Elektricität, magnetischen Kraft ꝛc. zu bezeichnen, oder das Verhältniß ihrer Abhängigkeit von diesen Kräften nachzuweisen. Alles, was man davon weiß, ist, daß die unorganischen Kräfte an diesen Wirkungen einen gewissen Antheil haben.

Auf der anderen Seite ist es ganz unmöglich, die Meinungen der Vitalisten zu theilen, welche glauben, die Geheimnisse des Lebens durch die Annahme einer oder mehrerer Lebenskräfte erklären zu können; sie nehmen eine Erscheinung, ohne vorher zu untersuchen, ob sie einfach oder zusammengesetzt ist; sie fragen, ob dieselbe durch die chemische Affinität, durch die elektrische oder magnetische Kraft erklärt werden kann, und da es im gegenwärtigen Augenblick unmöglich ist, diese Frage, gestützt auf unzweifelhafte Beweise, zu bejahen, so schließen sie daraus, die Erscheinung sei durch keine von diesen, sondern durch ganz besondere, den belebten Wesen eigenthümliche Kräfte bedingt. Aber in der Aufsuchung der Ursachen von Erscheinungen ist die Methode der Ausschließung nur in den Fällen gestattet, in welchen man die Gewißheit hat, daß die Anzahl der Ursachen, auf welche die Wirkung bezogen werden kann, fest bestimmt ist, und daß man beweist, daß die Wirkungen von allen diesen Ursachen nur einer einzigen angehören.

Die physikalischen Kräfte sind ihrem Wesen nach sehr wenig bekannt, und Niemand kann behaupten, daß eine derselben wirkungslos in einem gegebenen Falle sei, daß sie an irgend einer Lebenserscheinung keinen Antheil habe. Man hat zwischen den elektrischen Kräften und der chemischen Affinität den wunderbarsten Zusammenhang wahrgenommen; aber wir sind noch weit davon entfernt, die Beziehungen zwischen beiden mit Sicherheit zu kennen. Die Cohäsion oder die Ursache des Zusammenhangs gleichartiger Atome ist uns ihrem Wesen nach am wenigsten bekannt und ihre Beziehungen zur Affinität sind uns noch dunkeler, als die der letzteren zu den elektrischen Kräften. Die Affinität ist für uns im gegenwärtigen Augenblick die Ursache, der wir die Verbindung ungleichartiger Atome unmittelbar zuschreiben; aber die gegenseitige Anziehung der nämlichen Körper bleibt sich nicht gleich, und es ist unmöglich, diese Kraft für sich allein zu betrachten, weil sie nie allein thätig ist und weil wir, um eine ihrer Wirkungen richtig zu beurtheilen, genöthigt sind die Umstände zu berücksichtigen, die Temperatur, Cohäsion, den elektrischen Zustand 2c., in welchen sich die Körper befinden.

Wir haben in der neueren Zeit eine große Anzahl von Erscheinungen kennen gelernt, von denen wir kaum wissen, welche von allen den bekannten Ursachen daran Theil haben. In früherer Zeit würde man sich beeilt haben, die Existenz ganz besonderer, bis dahin unbekannter Kräfte daraus zu folgern; wir thun dies nicht, weil wir unserer Unwissenheit in Beziehung auf die Eigenthümlichkeiten der bekannten, namentlich der sogenannten Molecularkräfte, der Cohäsion und Affinität, uns bewußt sind.

Wenn man in ein gewöhnliches Champagnerglas eine in der Wärme gesättigte Lösung von Glaubersalz in Wasser (2 Theile Glaubersalz auf 1 Theil Wasser) gießt und erkalten läßt, so krystallisirt das Salz und die Flüssigkeit gesteht zu einer dicken Masse von, dem Eis ähnlichen, Krystallen. Wird das nämliche Glas mit derselben warmen Lösung bis zur Hälfte angefüllt und die Oeffnung desselben mit einer Glasplatte, einem Uhrglase oder einem Kartenblatt bedeckt und dann erkalten gelassen, so setzt die übersättigte Flüssigkeit nach zehn und mehr Stunden keine Krystalle ab, selbst dann nicht, wenn das Kartenblatt oder das Uhrglas hinweggenommen werden. Taucht man jetzt einen gewöhnlichen Glasstab in die Flüssigkeit ein, so bilden sich von seiner Oberfläche aus die schönsten Spieße und Blätter von Glaubersalzkrystallen; in wenigen Secunden ist die ganze Flüssigkeit fest. Die Flüssigkeit ist in einem Glasgefäße enthalten, aber mit diesem Glas in Berührung krystallisirt sie nicht; ein anderes Stück Glas, was nicht mit derselben erkaltete, bringt aber sogleich Krystallisation hervor. Diese Erscheinung ist merkwürdig genug, aber viel auffallender ist der Umstand, daß, wenn man das eine Ende desselben Glasstabs in einer Weingeistflamme einige Minuten lang erhitzt und dann erkalten läßt, der Glasstab an diesem Ende völlig unwirksam auf die Krystallisation des Glaubersalzes wird; man kann denselben in die Flüssigkeit eintauchen und darin herumbewegen, ohne daß eine Veränderung wahrnehmbar ist; dreht man aber

den Glasstab um und berührt die Flüssigkeit mit dem ungeglühten Ende, so erstarrt sie sogleich zu einer blätterigen Krystallmasse; der oberflächlichen Beobachtung erscheint der Glasstab, wie wenn er Pole, gleich einem Magnetstab, hätte; auf der einen Seite behält er eine Eigenschaft, die er am anderen Ende durch die Wärme verliert; an freier Luft liegend, nimmt er nach und nach die verlorene Eigenschaft wieder an; aber in einem verschlossenen Gefäße aufbewahrt, bleibt er 10 bis 14 Tage lang unwirksam. Selbst nach dem Eintauchen des Stabes in Wasser und Trocknen an der Luft empfängt derselbe die verlorene Wirksamkeit nicht wieder.

Ueber den Einfluß der Bewegung auf die Krystallisation haben wir eine befriedigende Erklärung, aber die Wirkung der Wärme auf die Eigenschaft des Glasstabes, die Krystallbildung einzuleiten, ist uns bis jetzt noch völlig dunkel.

Wenn man einen Kupferstich auf eine niedrige offene Schachtel legt, auf deren Boden sich etwas Jod befindet, und in dieser Weise einige Minuten lang dem Dämpfen von Jod aussetzt, die sich bei gewöhnlicher Temperatur bilden, und dann auf ein Stück Papier fest aufdrückt, welches, wie das gewöhnliche Maschinenpapier, mit Stärkmehl geleimt und mit sehr verdünnter Schwefelsäure befeuchtet ist, so erhält man auf diesem Papier einen vollkommen genauen Abdruck des Kupferstichs in dem schönsten Himmelblau. Legt man den blauen Abdruck auf eine Kupferplatte, so verschwinden allmälig die blauen Linien auf dem Papier und es erscheint jetzt das Bild vollkommen deutlich auf dem Kupfer. Ein Kupferstich, eine Zeichnung, sogar ein Oelgemälde, wenn sie wenige Augenblicke den Joddämpfen ausgesetzt werden, reproduciren sich auf einer Silberplatte, und wenn diese jetzt den Dämpfen von Quecksilber ausgesetzt und auf gewöhnliche Weise behandelt wird, so hat man ein den schönsten Daguerrotypen gleiches Bild. Es ist hier vollkommen deutlich, daß die dunkeln Stellen des Kupferstichs oder die schwarze Farbe die Joddämpfe angezogen und verdichtet haben, in einem weit höheren Grade, als das weiße Papier. Ein feuchter Ueberzug von Stärkekleister entzieht der schwarzen Farbe das Jod, auf dem Papier entsteht eine blaue Jodverbindung, ein blauer Abdruck des Kupferstichs; eine Kupferplatte entzieht der blauen Amylonverbindung das Jod, es entsteht auf der Platte eine Zeichnung aus Kupferjodür.

Es ist augenscheinlich, daß das weiße Papier, die schwarze Farbe, das Stärkmehl und Kupfer zu dem Jod eine höchst ungleiche Anziehung haben, und daß die Ursache der Verdichtung des Jods identisch ist mit der, welche überhaupt die Verdichtung der Gase an der Oberfläche der Körper bewirkt. Die schwarze Farbe zieht das Jod an, aber es ist keine eigentlich chemische Verbindung entstanden, denn die Eigenschaften der Farbe sind unveränderlich geblieben und von den Eigenschaften des Jods ist nur seine Verdampfbarkeit aufgehoben oder verringert; es wirkt auf Amylon wie freies Jod.

Diese Erscheinungen erinnern unwillkürlich an einen der merk-

würdigsten Vorgänge im thierischen Körper, an die Rolle, welche die festen Bestandtheile des Blutes in dem Athmungsproceß spielen.

Die Blutflüssigkeit verdankt ihre Farbe den Blutkörperchen; wir wissen, daß diese in der Lunge einen Wechsel von Dunkelroth in Scharlachroth erfahren, und beobachten mit diesem Farbwechsel gleichzeitig eine Sauerstoffabsorption; die physiologischen Erscheinungen sowohl, wie das Verhalten der von den Blutkörperchen befreiten Blutflüssigkeit, gegen Luft und Sauerstoffgas geben zu erkennen, daß ein großer Theil des in das Blut tretenden Sauerstoffgases von den Blutkörperchen aufgenommen wird und daß sie gegen dieses Gas sich wie rauhe oder gefärbte Körper gegen die Dämpfe des Jods verhalten; das Sauerstoffgas geht eine Verbindung eigener Art damit ein; denn es behält bei der Absorption seinen chemischen Charakter, sein Vermögen sich mit anderen Materien während des Kreislaufs zu verbinden, zu denen es Verwandtschaft hat.

Wir setzen voraus, daß die Anziehung der schwarzen Farbe eines Kupferstichs zu Jod (und wie Niepce gezeigt hat zu Chlor und eine Menge von dampfförmigen Substanzen), so wie die der Blutkörperchen zum Sauerstoffgas eine Wirkung der chemischen Affinität ist; aber unsere Vorstellungen über das Wesen dieser Kraft sind bis jetzt so eng, daß wir für diese Art von Verbindungen nicht einmal einen Namen haben.

Es giebt, wie man sieht, Erscheinungen genug, welche nach dem Muster der gebräuchlichen eingelernten Vorstellungen nicht erklärt werden können, es sind Anzeichen und Beweise, daß wir noch weit entfernt sind, die Gesetze der bekannten Kräfte zu kennen. Wir können mit einer gegebenen Menge Schwefelsäure unbegrenzte Mengen von Alkohol in Aether und Wasser zerfallen machen, wir können mit Hülfe der nämlichen Schwefelsäure eine Menge von Stärkmehl in Traubenzucker überführen, ohne daß sie neutralisirt wird; diese Wirkungen sind durchaus verschieden von der Wirkung, welche die Schwefelsäure darbietet, wenn sie mit Metallen oder mit Metalloxyden in Berührung gebracht wird, aber es ist vollkommen thöricht, sie einer eigenen von der chemischen Affinität ganz verschiedenen Ursache zuzuschreiben. Was wir gewöhnlich mit chemischer Action bezeichnen, ist eine Aeußerung der chemischen Kraft und nichts weiter als eine Thatsache, welche beweist, daß in einem gegebenen Fall die chemische Anziehung stärker ist als alle Widerstände, die sich ihrer Aeußerung entgegensetzen. Die chemische Verbindung ist aber nur ein, und sicher nicht der einzige Effect der chemischen Affinität.

Dieser unvollkommene Zustand unserer Kenntnisse von dem Wesen und den Wirkungen der Naturkräfte erklärt, warum man in dem gegenwärtigen Augenblicke die Frage in Beziehung auf die Existenz einer besonderen, in dem lebendigen Leibe wirkenden Ursache seiner Thätigkeit durch die Methode der Ausschließung nicht lösen kann.

## Dreiundzwanzigster Brief.

Das Leben der Pflanzen ist an die Aufnahme von Nahrungsmitteln geknüpft, die sie aus der Luft, dem Wasser, dem Boden empfangen. Diese Stoffe sind unorganische; aus Kohlensäure, Ammoniak und Wasser, aus Schwefel-, Phosphor- und Kieselsäure, aus Alkalien, alkalischen Erden und Eisen entstehen die Elemente der belebten Gebilde. Aber der in der Pflanze vor sich gehende Proceß ist der Gegensatz der unorganischen Processe. In der unorganischen Natur herrschen Mechanismus und Chemismus; die Verwitterung der Steine, die Zertrümmerung der Gebirge beruht auf dem Wärmewechsel, auf der Einwirkung von Wasser und Luft, und durch die chemische Action des Sauerstoffs werden die organischen Wesen, so wie das Leben erlischt, zurückgeführt in die ursprünglichen Verbindungen, aus denen der Leib sich bildete.

Aber im Organismus der lebendigen Pflanzen verlieren Luft, Wasser, Sauerstoff und Kohlensäure ihren chemischen Charakter und üben weder durch ihre Masse noch durch Affinität eine Wirkung aus.

Außerhalb der Sphäre der in der Pflanze thätigen lebendigen Kräfte äußert der Sauerstoff seine vorwiegenden Verwandtschaften zu den verbrennlichen Elementen dem Kohlenstoff, dem Wasserstoff; innerhalb der Pflanze wird er aus dem Wasser, aus der Kohlensäure ausgeschieden, und durch die Blätter wird er der Luft als Sauerstoff wiedergegeben; der Lebensproceß der Pflanze ist der Gegensatz des Oxydationsprocesses, der in der anorganischen Natur vor sich geht, er ist ein Reductionsproceß.

Die große Mehrzahl der im Organismus der Pflanzen gebildeten und aus ihnen hervorgehenden Producte enthält Sauerstoff und außer diesem zwei bis vier verbrennliche Elemente; aus diesen drei bis fünf Elementen entsteht die unendliche Reihe von organischen Verbindungen, die in ihren Eigenschaften so außerordentlich große Unterschiede zeigen. Wenn Sie die Baumwollenfaser mit dem Milchzucker und der Säure im Sauerkraut vergleichen, so tritt Ihnen die auffallende Verschiedenheit dieser Dinge sogleich entgegen. Aber die chemische Analyse sagt Ihnen, daß diese Materien Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff enthalten, und zwar eine genau eben so viel von diesen drei Elementen als die andere; der Milchzucker enthält nicht mehr Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff

als die Baumwollenfaser und die Sauerkrautsäure. Eben so sind Rohrzucker und Gummi aus ganz gleichen Bestandtheilen zusammengesetzt. Sie Alle wissen, daß ein Hühnerei im siedenden Wasser hart wird; dabei ändert sich nichts in der Zusammensetzung des Eiweißes, nichts tritt von außen hinzu oder wird davon gethan, die Elemente haben nur eine andere Lage angenommen, und dieser Lagerungsveränderung entsprechen jetzt andere Eigenschaften. So beruht auch der Unterschied des Gummi's und Rohrzuckers, der Sauerkrautsäure und Baumwollenfaser nur auf einer verschiedenen Ordnungsweise derselben Elemente, die sie in gleichem Verhältniß enthalten. Das Strychnin enthält Kohlenstoff, Stickstoff und die Elemente des Wassers; es wirkt auf den lebenden Körper als furchtbares Gift. Das Chinin enthält dieselben Elemente und wirkt auf den Organismus als heilsame Arzenei. Das Caffeïn enthält auch dieselben Elemente; es wird täglich im Thee und Kaffee genossen ohne eine giftige oder arzeneiliche Wirkung auszuüben. Alle Stoffe, aus denen sich das Blut bildet, enthalten Stickstoff, Kohlenstoff und die Elemente des Wassers. Es ist ganz unmöglich die giftigen, arzeneilichen oder ernährenden Eigenschaften des Strychnins, Chinins, der blutbildenden Stoffe dem Kohlenstoff, Stickstoff oder den Elementen des Wassers zuzuschreiben. Der außerordentliche Unterschied ihrer Eigenschaften ist abhängig von der Ordnungsweise der Elemente in ihnen; in einer gewissen Richtung gelagert hemmen, in einer anderen befördern, in einer dritten unterhalten sie den Lebensproceß. Die chemische Elementaranalyse giebt also nicht den mindesten Anhaltepunkt zur Beurtheilung oder Erklärung der Eigenschaften von organischen Verbindungen; alle Bemühungen der Chemiker sind darum in der neueren Zeit darauf gerichtet die Ordnungsweise der Elemente in den verschiedenen Producten des Pflanzenlebens zu erforschen, denn von dieser Ordnungsweise sehen wir die Wirkungen abhängig.

Wenn der Chemiker von seinem Standpunkt aus ein Haus der chemischen Analyse unterwerfen würde, so würde er sagen, daß es aus Silicium, Sauerstoff Aluminium, Calcium, etwas Eisen, Blei und Kupfer, aus Kohlenstoff und den Elementen des Wassers bestehe. Sie würden damit nicht den allergeringsten Begriff von der Einrichtung eines Hauses erlangen. Das Calcium, der Kohlen- und Sauerstoff woraus der Mörtel, das Silicium, Aluminium, der Sauerstoff woraus die Ziegelsteine, der Kohlen-, Wasser- und Sauerstoff woraus das Holz besteht, wirken nicht als Elemente, sondern als Mörtel und Stein woraus die Wände, als Glas woraus die Fenster, als Holz woraus Tische und Bänke bestehen; nur wenn die Elemente in der Form von Holz, Stein, Glas ꝛc. zusammengefügt sind, entsteht aus diesen das Haus. Und wenn Ihnen Jemand beweisen wollte, daß der Pallast des Königs mit seiner ganzen inneren Einrichtung, mit Statuen und Gemälden von selbst entstanden wäre, durch ein Spiel der Naturkräfte, welche zufällig sich begegnet und die Elemente zum Haus geordnet hätten, weil ja der Mörtel aus einer chemischen Verbindung von Kohlensäure und Kalk bestehe, die ein jeder Anfänger in der Chemie

darstellen könne, weil die Steine, das Glas aus Silicium, Aluminium, Calcium, Kalium und Sauerstoff bestehen, welche durch die chemische Affinität zusammengehalten werden und durch die Cohäsionskraft Festigkeit erlangen, weil also chemische und physikalische Kräfte an dem Haus einen bestimmten Antheil haben — Sie würden ihm mit einem Lächeln des Mitleids antworten, denn Sie wissen wie ein Haus entsteht. Die äußere Gestalt, die innere Einrichtung, die Vertheilung der Räume, alles geht von einem Baumeister aus; das wirkliche Haus gestaltet er nach einem ideellen Haus, das außerhalb seines Geistes nicht existirt, und die im Geist erzeugte und vollendete Idee verwirklicht er in dem Bau selbst durch Kräfte, welche in dem Organismus des Menschen erzeugt werden, und welche die chemischen und physikalischen Kräfte, von denen das Baumaterial seine Eigenschaften empfangen hat, zu Dienern der Idee machen. Immer und überall setzt die Entstehung eines Hauses die Idee des Hauses und eine Ursache voraus, welche andere Kräfte in gewissen Richtungen nach einer gewissen Ordnung in Bewegung bringt, und deren Wirkungen entsprechend dem zu erreichenden Zweck leitet.

In der niedrigsten wie in der höchsten Pflanze, in ihrem Bau wie in ihrer Entwickelung, sehen Sie das Material zu Formen von einer Feinheit und Regelmäßigkeit und in einer Ordnung zusammentreten, welche Alles übertreffen was wir in der Einrichtung eines Hauses wahrnehmen; und bei jeder Pflanzengattung wiederholt sich die Idee, welche uns in ihrer Unveränderlichkeit jetzt als das Naturgesetz erscheint. Wir sehen zuletzt ein fertiges Ganzes vor uns, das in einer gewissen Zeit sich selbst im Samen wieder erzeugt.

In den Formen, in der geordneten gesetzlichen Entwickelung erkennen wir einen Zweck und eine Idee, aber unsere Sinne nehmen nur in dem Werk den Baumeister wahr; wir sehen die Kraft nicht, welche das widerstrebende Material bewältigt und es zwingt sich in die vorgeschriebenen Formen und Ordnungen zu fügen. Aber unsere Vernunft erkennt, daß die Idee einen Urheber habe, und daß in dem lebendigen Leib eine Ursache bestehe, welche die chemischen und physikalischen Kräfte der Materie beherrscht, und sie zu Formen zusammenfügt, welche außerhalb des Organismus niemals wahrgenommen werden.

Alle Gestaltungen der unorganischen Körper sind durch ebene Flächen und gerade Linien, alle Gestaltungen der Träger organischer Thätigkeit sind durch krumme Flächen und krumme Linien begrenzt; in den organischen Körpern muß eine Ursache wirken, welche die gerade Linie krumm biegt.

Nur die mangelhafte Kenntniß der anorganischen Kräfte ist der Grund, warum von manchen Männern die Existenz einer besonderen in den organischen Wesen wirkenden Kraft geleugnet, warum den unorganischen Kräften Wirkungen zugeschrieben werden, die ihrer Natur entgegengesetzt sind, ihren Gesetzen widersprechen. Sie wissen eben nicht, daß die Entstehung einer jeden chemischen Verbindung nicht eine, sondern drei Ursachen voraussetzt; immer ist es die formenbildende Kraft

der Cohäsion oder Krystallisation, welche unter Mitwirkung der Wärme die chemische Affinität in ihren Aeußerungen regelt, die Ordnungsweise des Krystalls und damit seine Eigenschaften bedingt. Im lebendigen Körper kommt eine vierte Ursache hinzu, durch welche die Cohäsionskraft beherrscht wird, durch welche die Elemente zu neuen Formen zusammengefügt werden, durch die sie neue Eigenschaften erlangen, Formen und Eigenschaften, die außerhalb des Organismus nicht bestehen. Wenn es wahr ist, daß in der anorganischen Natur eine Cohäsionskraft formenbildend besteht, so ist es eben so wahr, daß in den Organismen eine Kraft wirkt, eine Ursache der Bewegung und des Widerstandes, welche der Cohäsionskraft und ihren Aeußerungen entgegentritt, welche die Wirkungen des Sauerstoffs und die stärksten chemischen Anziehungen aufhebt und geradezu umkehrt. Wenn Sie die Personen ins Auge fassen, von denen jene Meinungen verfochten werden, so bemerken Sie sogleich, daß sie Fremdlinge sind in den Gebieten, welche die Erforschung chemischer und physikalischer Kräfte zur Aufgabe haben; kein competenter Physiker oder Chemiker hat ihnen jemals beigestimmt. Und wenn Sie unsere großen Physiologen fragen, denen wir die Entdeckung der Thatsachen verdanken, auf welche die Leugner der Lebenskraft ihre Behauptungen stützen, so werden Sie die Antwort erhalten, daß diese Meister der Wissenschaft solche Behauptungen und Schlüsse weder für begründet noch für gerechtfertigt ansehen. Es sind die Meinungen von Dilettanten, welche von ihren Spaziergängen an den Grenzen der Gebiete der Naturforschung die Berechtigung herleiten, dem unwissenden und leichtgläubigen Publicum auseinanderzusetzen, wie die Welt und das Leben eigentlich entstanden, und wie weit doch der Mensch in der Erforschung der höchsten Dinge gekommen sei; und das unwissende und leichtgläubige Publicum glaubt ihnen und nicht den Naturforschern, wie es an die wandernden, schreibenden, sprechenden Tische und an eine besondere Kraft im alten Holze und nicht an die Naturforscher geglaubt hat.

In einer unendlichen Reihe von Jahren, über die sie auf das Wohlfeilste verfügen, sei, so behaupten die Dilettanten, aus dem niedrigsten Organismus, der in der That als eine einfache Zelle sich darstellt, ein höherer, aus diesem ein noch höher stehender und nach und nach die ganze Mannichfaltigkeit der organischen Schöpfung entstanden; Pflanzen und Thiere bildeten eine ununterbrochene Kette, und Uebergänge könnten nicht geleugnet werden; und wenn der Mensch nichts wisse von solchen Uebergängen, so komme dies daher, weil die Zeiten, wo sie statt hatten, weiter aus einander liegen als die Geschichte des Menschen, und weil die Stufen der Uebergänge zuletzt so unmerklich seien, daß sie auch die feinste Beobachtung nicht wahrzunehmen vermöge. Das Wesen des Dilettantismus ist in dieser Darlegung klar; die Hypothese selbst hat keine Thatsachen für sich und ist darum nicht beweisbar, und indem sie erklärt, daß die Erfahrungen der Menschen unzureichend seien, um ihre Wahrheit zu prüfen, so ist sie natürlich auch nicht widerlegbar. Aber eine Schwierigkeit bleibt immer noch, welche nicht zu heben ist, dies ist

die Entstehung der ersten organischen Zelle; für diese eine hat ein Schöpfungsact bestanden, alle anderen sind aus dieser einen Zelle entwickelt. Der Dilettantismus setzt, wie man sieht, voraus, daß es dem Schöpfer bequemer geworden sein müsse, anstatt vieler, der mannichfaltigsten Entwickelung fähiger Keime oder Zellen nur eine zum Leben zu wecken, und die Entfaltung der Idee durch diese eine Zelle der Zeit und dem Zufall zu überlassen.

Hören wir wie der Meister in der Entwickelungsgeschichte — Bischoff — (in seinen im Frühjahr 1858 in München gehaltenen Vorträgen) über die Kette, welche die organischen Wesen bilden sollen, sich ausspricht:

„Als man von der Mitte des vorigen Jahrhunderts an die höchst stehenden Affen, den Orang=Outang von der Insel Borneo und Sumatra und den Chimpanzé von der Küste von Guinea allmälig theils durch Ueberbringen todter, dann aber selbst auch lebender Thiere nach Europa immer besser und besser kennen lernte, sahen sich selbst die größten damaligen Naturforscher, wie Linné, Buffon, Camper u. A. in Verlegenheit, welche körperlichen Unterschiede sie zwischen den Menschen und Thiere aufstellen sollten. Die Uebereinstimmung und Aehnlichkeit schien ihnen so groß, daß sie theils gar keine, theils nur untergeordnete Verschiedenheiten finden zu können glaubten und dieselben theils nur in nicht körperliche Verhältnisse verlegten, theils dieselben geradezu aufgaben und bestritten."

„Gerade aus den genauesten wissenschaftlichen Forschungen schien es als unabweisbar hervorzugehen, daß sich der Mensch nur in einem kaum merkbaren Uebergang unmittelbar an die Thiere anschließe. Es war das die Zeit, wo man in der ganzen, namentlich in der thierischen Schöpfung eine ununterbrochene Kette von immer höher entwickelten und sich eng an einander anschließenden Formen erkannt haben wollte, wo es denn sehr natürlich war, auch den Menschen nur durch einen kleinen kaum merkbaren Fortschritt an die Spitze der Thierwelt gestellt zu sehen. Eben so schienen die subtilsten Forschungen über die Entwickelung der Individuen denselben Satz zu beweisen. Man glaubte erkannt zu haben, daß das höher stehende Individuum und auch der Mensch während seines Eizustandes und seiner Entwickelung alle Stufen der niederen Thierwelt durchlaufe, daß der Keim des Menschen Anfangs etwa einem Infusorium, dann einem Weichthiere, Wurme oder Insect, hierauf einem Fische, Amphibium, Vogel und höherem Säugethiere gleiche, und sich seine eigenthümliche Form erst nach Durchlaufen der übrigen herausbilde. So war die Zeit schon einmal da, wo man es für einen unerträglichen und abgeschmackten Hochmuth erklärte, daß sich der Mensch für irgend etwas Besseres und Höheres halte als die Thiere, und daß nur der Dünkel Unterschiede festzuhalten suche, welche seine Anmaßung rechtfertigen sollten."

„Allein diese Richtung konnte und kann sich nicht halten. Die Stütze, auf welche sie gebaut war und ist, das Naturstudium, führt mit Nothwendigkeit selbst zu ihrem Umsturz und ihrer Beschränkung

auf das Wahre, was in ihr liegt. Es wiederholt sich die Wahrheit des bekannten Satzes, daß die Wissenschaft, halb, einseitig, nach falscher Methode betrieben, zu Irrthum und Täuschung, ganz aber und nach richtigen Grundsätzen angebaut, zur Wahrheit führt."

„Je genauer man die Thiere und namentlich auch jene bis dahin seltenen Affenarten kennen lernte, um so mehr überzeugte man sich, daß trotz vielfach großer Uebereinstimmung zwischen ihnen und dem Menschen doch auch noch körperliche Verschiedenheiten sich finden, so groß als irgend welche, die uns zur Aufstellung verschiedener Genera und Arten von Naturkörpern nur irgend bestimmen. Die so begeistert aufgenommene und vertheidigte Kette der Wesen löste sich bei genauerer Bekanntschaft in einzelne Glieder und Typen auf, welche zwar entschieden einen Fortschritt in der Organisation darbieten und in sich entwickeln, sich aber keinesweges in unmittelbarer Reihe an einander fügen, sondern zwischen sich Sprünge und Unterschiede darbieten, wie sie nicht so groß zwischen Thier und Mensch zu sein brauchen, um beide durch eine nicht vermittelbare Kluft von einander zu trennen. — Eine genauere Einsicht in die wunderbaren Vorgänge der Entwickelung des Individuums lehrte ferner, daß es mit jener Durchlaufung des Embryo durch die niederen Thierformen Nichts sei, und der menschliche Embryo nie einem Infusorium, Wurm, Insect oder selbst Fisch und Amphibium gleicht, sondern daß es sich hierbei nur um ein höchst merkwürdiges, allen Wirbelthieren gemeinschaftliches Entwickelungsgesetz handelt, nach welchem sich dieselben auf den ersten Stufen ihrer Bildung alle einander allerdings sehr ähnlich sind, weil sie alle aus einer gleichen Summe im Anfang einander sehr ähnlicher Theile, aus Hirn und Rückenmark, Herz und Darm rc. bestehen, aus welcher sich die bleibenden Differenzen nicht blos durch höhere Ausbildung, sondern eben so oft durch Stehenbleiben auf einer gewissen Entwickelungsstufe und selbst durch Rückschreiten hervorbilden. —"

Die strenge wissenschaftliche Forschung weiß demnach von einer Kette der organischen Wesen nichts.

Wie ist es nun mit der ersten Zelle?

Die Dilettanten antworten Ihnen, daß die organischen Wesen aus Kohlen-, Wasser-, Stick- und Sauerstoff nebst Schwefel bestehen, und daß in dem Conflict dieser Stoffe durch die ihnen einwohnenden Kräfte es irgend einmal möglich gewesen sein müsse, daß die Bestandtheile einer Zelle, die Zelle selbst und der Organismus sich gebildet hätten. Der Chemiker könne in seinem Laboratorium eine Menge von Stoffen erzeugen, welche sonst nur die Pflanze oder das Thier in ihrem Organismus hervorbringen; er könne aus Holz Zucker machen, das Taurin der Galle und den Harnstoff darstellen, warum sollte der Kohlenstoff, Wasserstoff und die anderen Elemente nicht einmal zu einem organischen Bildungsmaterial zusammentreten und einen Keim erzeugen können? Aber was jene Dilettanten organische Verbindungen nennen, sind gar keine solchen, sondern chemische, welche die Bestandtheile der organischen enthalten; das Taurin aus der Galle und aus dem Laboratorium sind

nicht von einander zu unterscheiden, es ist eine durch chemische, nicht durch organische Kräfte gebildete Verbindung. Es ist klar wie die Sonne: in dem lebendigen Leibe wirken auch chemische Kräfte. Was die Chemie vor dreißig Jahren behauptete ohne es beweisen zu können, beweist sie jetzt. Unter dem Einfluß einer nicht chemischen Ursache wirken in dem Organismus auch chemische Kräfte. Nur in Folge dieser beherrschenden Ursache und nicht von selbst ordnen sich die Elemente und treten zu Harnstoff, zu Taurin zusammen, wie der intelligente Wille des Chemikers sie außerhalb des Körpers zwingt zusammenzutreten. Und so wird es ihm gelingen Chinin, Caffeïn, die Farbstoffe der Gewächse, und alle Verbindungen zu erzeugen, welche keine vitalen, sondern nur chemische Eigenschaften besitzen, deren kleinste Theile sich zu Krystallen ordnen, deren Form und Gestalt eine nicht organische Kraft bestimmt. Aber nie wird es der Chemie gelingen eine Zelle, eine Muskelfaser, einen Nerv, mit einem Wort einen der wirklich organischen, mit vitalen Eigenschaften begabten Theile des Organismus oder gar diesen selbst in ihrem Laboratorium darzustellen. Wer jemals kohlensaures Ammoniak, kohlensauren, phosphorsauren Kalk, ein Eisenerz, ein kalihaltiges Mineral gesehen hat, der wird von vorne herein es für ganz unmöglich halten, daß aus diesen Stoffen durch die Wirkung der Wärme, Elektricität oder einer anderen Naturkraft jemals ein organischer, der Fortpflanzung und höheren Entwickelung fähiger Keim sich bilden könne.

Die unorganischen Kräfte schaffen immerdar nur Unorganisches; durch eine in dem lebendigen Leib wirkende höhere Kraft, deren Diener die unorganischen Kräfte sind, entsteht der organische, eigenthümlich geformte, von Krystall verschiedene und mit vitalen Eigenschaften begabte Stoff.

Man hat noch vor hundert Jahren fest geglaubt, daß Fische und Frösche in Sümpfen, daß Pflanzen und allerlei Ungeziefer in gährenden und faulenden Mischungen, in feuchten Sägespänen von selbst entstünden. War dies wahr, so konnte nicht geleugnet werden, daß unter ähnlichen Umständen auch einmal ein Mensch von selbst entstehen oder entstanden sein könne. Aber die exacte Naturforschung hat dargethan, daß alle diese für Wahrheiten gehaltenen Meinungen auf falschen und leichtfertigen Beobachtungen beruhten; in allen untersuchten Fällen hat man Keime und Samen der Pflanzen, Eier der Thiere aufgefunden, aus denen sie im Moder sich entwickelten; ein Ei, ein Same stammt aber von einem Organismus.

Es haben manche Philosophen behauptet, das Leben sei wie die Materie von Ewigkeit dagewesen, es habe keinen Anfang gehabt.

Die exacte Naturforschung hat bewiesen, daß die Erde in einer gewissen Periode eine Temperatur besaß, in welcher alles organische Leben unmöglich ist; schon bei 78° Wärme gerinnt das Blut. Sie hat bewiesen, daß das organische Leben auf Erden einen Anfang hatte. Diese Wahrheiten wiegen schwer, und wenn sie die einzigen Errungenschaften dieses Jahrhunderts wären, sie würden die Philosophie zum Dank an die Naturwissenschaften verpflichten.

Dieselben Dilettanten in der Naturwissenschaft, welche nicht wissen, was das Fieber oder eine Entzündung oder der Schnupfen ist, oder wie das Blut entsteht, oder zu was die Galle dient, dieselben Kinder in der Erkenntniß der Naturgesetze behaupten, und wollen das unwissende und leichtgläubige Publicum glauben machen, daß sie Aufschlüsse zu geben vermöchten über die Entstehung der Gedanken, über die Natur und das Wesen des menschlichen Geistes. Der geistige Mensch, so sagen sie, sei das Product seiner Sinne, das Gehirn erzeuge die Gedanken durch einen Stoffwechsel und verhalte sich zu ihnen wie die Leber zur Galle. So wie die Galle untergehe mit der Leber, so gehe der Geist unter mit dem Gehirn.

Wenn Sie die Schlüsse dieser Leute entkleiden von dem geborgten Flitter und Tand, von allen ihren Scheinbeweisen, die in der Wirklichkeit, in den Augen der Forscher und Denker nur beleuchteter Nebel sind, so bleibt übrig, daß die Beine zum Laufen und daß das Gehirn zum Denken da sei, und daß das Denken gelernt werden müsse, so wie das Kind das Laufen lerne, daß wir ohne Beine nicht gehen und ohne Gehirn nicht denken können; daß eine Verletzung der Fortbewegungswerkzeuge das Gehen und eine Verletzung der Werkzeuge des Denkens das Denken ändert. Aber das Fleisch und die Knochen, woraus die Beine bestehen, bewegen sich nicht, sondern sie werden bewegt durch eine Ursache die nicht Fleisch und Bein ist, sie sind die Werkzeuge der Kraft; die weiche Masse, die man Gehirn nennt, ist das Werkzeug der Ursache, welche die Gedanken erzeugt. Das Gehirn ist das einzige innere Organ, auf welches der Wille des Menschen direct eine Macht ausübt; weder auf die Bewegungen des Herzens noch des Magens hat der Wille unmittelbaren Einfluß, aber der Einfluß einer einem Knaben im rechten Augenblick applicirten Ohrfeige auf das Begreifen eines mathematischen Lehrsatzes ist jedem Lehrer geläufig. Das Auge, das Ohr sind die Werkzeuge zur Wahrnehmung der Licht- und Schallwellen.

Die Dilettanten behaupten, die Gedanken seien Producte des Stoffwechsels des Gehirns, so wie die Galle ein Product des Stoffwechsels der Leber. Aber die exacte Physiologie weiß bis jetzt nichts von den Beziehungen in welchen die Galle, das Secret, zu dem Stoffwechsel der Leber, des Secretionsorganes, steht, und was die Chemie darüber erforscht hat, beweist, daß die Elemente der Galle in keiner Beziehung zu denen der Leber stehen.

So wie die Harfe tönt, wenn ihre Saiten der Wind bewegt, so denkt das Gehirn durch den Stoffwechsel; so hört das Ohr, so sieht das Auge; aber das Gehirn an sich denkt keine Gedanken, das Ohr hört nicht die Musik, das Auge sieht nicht die leuchtende Sonne, den grünen Baum, es empfindet nicht die Sprache des Augenpaars, was ihm Liebe zustrahlt; die Nerven fühlen keinen Schmerz, keinen Wechsel der Temperatur, nichts Hartes oder Weiches, nichts Rundes oder Scharfes. Der geistige Mensch ist nicht das Product seiner Sinne, sondern die Leistungen der Sinne sind Producte des intelligenten Willens im Menschen.

Wir wissen, daß ein Stoffwechsel die Kraft in der Dampfmaschine erzeugt. Das Holz, die Kohlen verbrennen, sie wechseln ihre Eigenschaften. Durch einen Stoffwechsel in der galvanischen Säule durch die Auflösung eines Metalls in einer Säure, entsteht ein elektrischer Strom; dieser wird zum Magneten, der eine Maschine treibt. Alles läßt uns vermuthen, daß auch in dem thierischen Körper die mechanische Kraft, welche die willkürliche oder unwillkürliche Bewegung der Glieder bedingt, mit dem Stoffwechsel und namentlich im Muskelsystem in Verbindung steht; allein die Beziehung selbst ist uns noch gänzlich unbekannt. Was wir davon wissen, ist, daß die Kraft im Organismus nicht erzeugt wird, wie in der Dampfmaschine, daß sie nicht erklärbar ist aus den bekannten elektrischen Gesetzen. Wir wissen, daß ein Stoffwechsel in allen Theilen des Körpers vor sich geht, daß ein Verbrauch von mechanischer Kraft Einfluß habe auf alle Werkzeuge, auf den ganzen Mechanismus des Körpers, daß der Wille eines durch Laufen oder schwere Arbeit ermüdeten Menschen auch auf das Werkzeug des Denkens, das Gehirn von seiner Macht verliere; von einem Stoffwechsel im Gehirn, welcher Gedanken erzeuge, weiß die Naturforschung absolut nichts; alles was wir wissen, reducirt sich auf die triviale Wahrheit, daß ein Kopf ohne Gehirn weder denkt noch empfindet.

Durch die Elektricität erzeugen wir Magnetismus und Wärme, durch Magnetismus erzeugen wir Elektricität und Wärme, eine jede dieser Kräfte ist verwandelbar in ein Aequivalent mechanischer Kraft; sie haben sicherlich Antheil an allen Vorgängen im Organismus, an allen materiellen Veränderungen in der Substanz der Körpertheile, allein es ist unmöglich anzunehmen, daß Kräfte, welche einen Druck oder Zug, eine Abstoßung oder eine Anziehung, eine Ausdehnung oder einen Ortswechsel erzeugen, für sich oder in ihrem Zusammenwirken Selbstbewußtsein hervorbringen; wäre dies der Fall, so müßten nach dem Gesetz der Erhaltung der Kraft und ihrer Unzerstörlichkeit, durch die Gedanken Lasten bewegt oder Magnetismus, oder Elektricität oder Wärme erzeugt werden können. Wären die Geistesthätigkeiten Folgen und nicht Ursachen materieller Veränderungen, so müßten Bewußtsein und Stoffwechsel in gleichem Verhältnisse zu einander stehen, wir müßten der Abhängigkeit uns bewußt werden, während wir das Gefühl der Freiheit in uns tragen.

Die Naturforscher, welche die Gesetze des organischen Lebens wirklich kennen lernen wollten, und gewahrten, daß physikalische und chemische Kräfte in ihm walteten, richteten natürlich auf diese als auf das auch sonst Bekannte ihr Augenmerk; sie sahen zunächst von anderen Kräften ab, um zu ergründen, wie weit Physik und Chemie für die Erklärung des Lebens und seiner Vorgänge ausreichten; wo sie unzulänglich sind, da tritt das Wirken eines neuen noch unbekannten Princips ein, das dann sogleich umgrenzt und näher bestimmt ist. Diese Methode der Ausschließung haben viele Leute nicht gekannt, nicht verstanden, und so kam es, daß sie glaubten, eine eigenthümliche in den Organismen wirkende, von den physikalischen und chemischen Kräften verschiedene Ursache werde

von den Männern verworfen, welche die physikalischen und chemischen Bedingungen des Lebens festzustellen suchten.

Um gegen die Apostel des Materialismus nicht ungerecht zu sein, muß man in Betracht ziehen, daß ihre Ansichten im Wesentlichen nichts weiter sind als die extreme Folge von einer Reaction gegen die vor mehreren Jahren noch herrschenden Lehren. Die naturphilosophische Physiologie entbehrte die Basis der exacten Forschung, der Erfahrung; alle Vorgänge der Ernährung, der Respiration, der Bewegung erklärte sie durch eine einzige eingebildete Ursache, die sie Lebenskraft nannte; in dem organischen Körper, so meinte man, haben die chemischen und physikalischen Kräfte keinen Antheil, er erzeuge sich das Eisen, das er brauche, wie die Wärme, auf seine eigene Weise. Die exacte Naturforschung hat dargethan, daß alle Kräfte der Materie wirklich Antheil haben an dem organischen Proceß, und die extreme Reaction behauptet jetzt, im Gegensatz zu der früheren Ansicht, daß nur die chemischen und physikalischen Kräfte die Lebenserscheinung bedingen, daß überhaupt keine andere Kraft im Körper wirke. Aber eben so wenig wie die Naturphilosophen von damals den Beweis liefern konnten, daß ihre Lebenskraft Alles mache, eben so wenig können die Materialisten von gestern den Beweis führen, daß die anorganischen Kräfte es thun, und für sich ausreichen den Organismus, ja den Geist hervorzubringen. Alle ihre Behauptungen gründen sich wie damals nicht auf die Bekanntschaft, sondern auf die Unbekanntschaft mit den Vorgängen. Die Wahrheit liegt in der Mitte, die sich über die Einseitigkeiten erhebt und ein formbildendes Princip, eine herrschende Idee in und mit den chemischen und physikalischen Kräften für das organische Leben anerkennt.

# Vierundzwanzigster Brief.

Es giebt kaum ein augenfälligeres Beispiel für den Unterschied unserer jetzigen und früheren Methode der Untersuchung und Beweisführung in dem Gebiete der Naturerscheinungen, als die sogenannte Selbstverbrennung des menschlichen Körpers, welche als Thatsache in der Medicin anerkannt und als würdige Aufgabe für die Erklärung wissenschaftlicher Aerzte angesehen worden ist.

Vor mehr als 100 Jahren (1725) fand man die Ueberreste der Frau eines Einwohners von Rheims, Namens Millet, verbrannt in der Küche, anderthalb Fuß von dem offenen Kamine entfernt. Von dem Körper war nichts übrig als einige Theile des Kopfes, der Beine und der Wirbelbeine. Millet hatte eine hübsche Magd, es erhob sich der Verdacht gegen ihn, er sei der Mörder seiner Frau und es wurde eine Criminaluntersuchung gegen ihn eingeleitet, aber unterrichtete Experten erkannten eine menschliche Selbstverbrennung und Millet wurde als unschuldig freigesprochen. Dies ist der erste oder einer der ersten Fälle dieser sogenannten Selbstverbrennung. Wie man leicht bemerkt, entstand die Idee der Selbstverbrennung zu einer Zeit, wo man über das Wesen und die Ursache der Verbrennung eine ganz falsche Vorstellung hatte. Was bei einer Verbrennung überhaupt vorgeht, ist erst seit 80 Jahren (seit Lavoisier) und welche Bedingungen sich vereinigen müssen, damit ein Körper fortbrenne, dies ist erst seit 40 Jahren (Davy) ermittelt.

Seit diesem Falle sind, bis zu unserer Zeit, 45 bis 48 Fälle vorgekommen, die sich in der großen Mehrzahl in Folgendem gleichen: 1) sie ereigneten sich im Winter; 2) an Branntweinsäufern im Zustand der Trunkenheit; 3) in Ländern, wo die Zimmer durch offene Kamine und Kohlpfannen geheizt werden, in England, Frankreich und Italien. In Rußland und Deutschland, wo das Heizen mittelst Oefen geschieht, sind Todesfälle, die man zu den Selbstverbrennungen rechnet, außerordentlich selten; 4) es ist zugeständlich niemals Jemand während der Verbrennung zugegen gewesen; 5) keiner von den Aerzten, welche die Fälle gesammelt und eine Erklärung derselben versucht haben, hat den Vorgang und was der Verbrennung vorausging beobachtet; 6) wieviel Brennmaterial vorhanden war, ist ebenfalls unbekannt geblieben; 7) eben so wie viel Zeit verflossen war, wo die Verbrennung begann bis zu dem Augenblick, wo man den verbrannten Körper fand.

Die Beschreibungen der Todesfälle durch Selbstverbrennung, welche in das vorige Jahrhundert zurückreichen, sind nicht durch gebildete Aerzte verbürgt, sie gehen von ununterrichteten, in der Beobachtung nicht geübten Personen aus und tragen den Stempel der Unglaubwürdigkeit in sich selbst; in der Regel wird darin angegeben, daß der Körper bis auf einen Fettfleck im Zimmer und einige Knochenreste ganz verschwindet. Daß dies unmöglich ist weiß Jedermann, das kleinste Knochenstückchen wird im Feuer weiß und nimmt an Umfang etwas ab, aber es bleiben nach der Verbrennung 60 bis 64 Procent davon, gewöhnlich mit Beibehaltung der ursprünglichen Gestalt, zurück.

In äußerst wenigen Fällen (Dr. Franck, der eine der letzten Schriften über Selbstverbrennung publicirt hat, führt nur drei an) ist es unbekannt geblieben, ob Feuer von außerhalb, ein Funke, ein brennendes Licht, eine glühende Kohle die Entzündung bewirkt habe.

Die ausgezeichnetsten und gelehrtesten Aerzte (Dupuytren, Breschet) und Professoren der gerichtlichen Medicin (Devergie) halten alle Fälle, bei denen angenommen wird, der Körper habe von selbst, ohne äußere Ursachen (ein Licht, eine glühende Kohle, ein Funke), angefangen zu brennen und habe fortgebrannt, für unglaubhaft, unerwiesen und unwahrscheinlich. Dr. Franck (Encyclop. W.-Buch, Berlin, 1843) scheidet von 45 Fällen, die er gesammelt hat, drei Fälle aus, bei denen er dies annimmt.

Eine nähere Betrachtung des wichtigsten unter diesen drei Fällen wird zeigen, was davon zu halten ist; er wird erzählt von Battaglia, einem Chirurgen in Ponto Bosio (ein Chirurg im Jahr 1787 in Italien ist etwa einem sogenannten Bader gleichzusetzen).

Ein Priester Namens Bertholi geht auf den Markt in Filetto um Geschäfte daselbst zu besorgen, er übernachtet bei einem seiner dort wohnenden Schwäger; in seinem Zimmer läßt er sich ein Sacktuch zwischen Schulter und Hemd legen und nachdem er allein war, begiebt er sich an das Lesen seines Gebetbuches. Einige Minuten darauf hört man ein ungewöhnliches Geräusch in dessen Zimmer, man hört ihn schreien und es finden ihn die herbeieilenden Leute ausgestreckt auf dem Boden liegen und umgeben von einer leichten Flamme, die sich mit der Annäherung der Leute entfernt und zuletzt verschwindet.

Es fand sich die äußere Haut des rechten Armes und der Fläche von den Schultern abwärts bis zu den Lenden von dem Fleische abgelöst. Die Schultern, welche von dem Sacktuch geschützt waren, waren nicht verletzt, das Sacktuch selbst zeigte keine Spur von Brand, an allen beschädigten Theilen war das Hemd verzehrt, und überall, wo die Kleidungsstücke nicht verbrannten, war auch unterhalb kein Brand zu bemerken, die Unterhosen so wie die Beine waren nicht vom Brande verletzt.

Dr. Marc Dictionn. des Sc. médic. Tom. VI. S. 85) legt diesem Fall eine besondere Wichtigkeit bei und sagt, daß derselbe über die Ursache der Erscheinung der Selbstverbrennung überhaupt Licht verbreite und glaubt, daß diese in der Elektricität gesucht werden müsse.

Dieser Fall ist eine Hauptstütze für die Ansicht, daß eine von selbst entstehende Verbrennung möglich sei, und es hat sich an denselben die Idee eines ganz eigenthümlichen Feuers geknüpft, welches die thierische Substanz verbrenne, ohne die ringsumgebenden verbrennlichen Substanzen zu entzünden. Weder Marc noch Franck, welche diesen Fall von den andern Fällen trennen, erwähnen aber, was gewissenhaftere und genauere Referenten (Devergie und Munke) anführen, daß sich in dem Zimmer des Priesters vor der Verbrennung eine mit Oel gefüllte Lampe befunden habe, welche nach dem Ereigniß leer und deren Docht völlig zu Asche verbrannt war.

Wenn man in Betrachtung zieht, daß nur da der Körper verbrannte, wo das Hemd verbrannt war, daß alle übrigen Theile, wo dies nicht geschah, auch keine Brandspuren zeigten, daß ferner die Haut gar nicht verbrannt oder verkohlt, sondern nur abgelöst (sie hing in Fetzen herab) vom Körper war, während das Hemd völlig verbrannt und in Asche verwandelt war, so ist es völlig unmöglich anzunehmen, die Entzündung und Verbrennung des Hemdes sei durch die Haut verursacht worden, die doch selbst nicht brannte, und es bleibt keine andere Erklärung möglich als die, daß das Hemd Feuer gefangen habe und die Brandwunden des Körpers eine Folge von dessen sehr oberflächlicher, Verbrennung gewesen seien. Das Vorhandensein der Oellampe, welche, wie das verzehrte Oel zeigt, gebrannt hat, entfernt jeden Zweifel über die Ursache der Entstehung des Feuers.

Was die Eigenthümlichkeiten betrifft, die zuweilen bei den Fällen von sogenannter Selbstverbrennung nach dem Ereigniß beobachtet worden sind, daß nämlich sonst leicht verbrennliche Gegenstände in der Nähe des verbrennenden Körpers nicht Feuer fingen, woraus man eine ganz eigne Art von Feuer, verschieden vom gewöhnlichen Feuer, erschloß, so giebt der Bericht Battaglia's in dem eben erwähnten Fall ein sprechendes Beispiel davon ab. Er erzählt nämlich, daß das Priesterkäppchen Bertholi's völlig verzehrt worden sei ohne im Mindesten die Haare zu versengen, er sagt, daß er diese Thatsache als ganz gewiß und ganz bestimmt verbürge. Wenn man annimmt, daß der Priester das Käppchen auf dem Kopfe hatte, was der Berichterstatter offenbar voraussetzt (denn hätte das Käppchen auf einem Stuhle gelegen und wäre da verbrannt, so hätte das Nichtversengen der Haare seine Verwunderung sicher nicht erweckt), so ist dies gewiß ein zufälliger Umstand, aus welchem kein Mensch schließen wird, daß es ein ganz besonderes Feuer war, was das Käppchen verzehrte; in welchem Zustand der Gesundheit oder des Krankseins der Priester auch gewesen sein mag, sicher ist, daß das Käppchen diesen Zustand nicht theilte, es war nicht krank und in ihm selbst keine Ursache, um von selbst in Flammen auszubrechen, und in der Flamme kein Feuer, verschieden von allen Feuern, wodurch Haare verbrennen.

Es dürfte dieses eine Beispiel hinreichen, um die Unglaubwürdigkeit der drei vereinzelten Fälle, die sich übrigens blos auf Männer, nicht auf Weiber beziehen, von denen angenommen wird, daß eine Ver-

brennung statt hatte, ohne daß Feuer in der Umgebung sich befand, darzuthun*).

Die Annahme einer Selbstentzündung und einer Verbrennung in Folge derselben widerspricht so sehr den bekannten Gesetzen der Verbrennung überhaupt, und der bekannten Beschaffenheit des menschlichen Körpers, daß die Naturwissenschaft bis jetzt gar keine Notiz von den Angaben und ihrer Erklärung genommen hat.

Was die andern 45 oder 48 vorgekommenen Todesfälle durch sogenannte Selbstverbrennung betrifft, so wird von den Schriftstellern, die sich damit beschäftigt haben, nicht vorausgesetzt, daß die Personen, welche dadurch ihr Leben verloren, von selbst sich entzündet hätten und in Flammen aufgegangen und verbrannt seien, sondern sie räumen ein, daß eine äußere Ursache, nämlich Feuer, vorhanden gewesen sei; sie nehmen an, daß der Körper durch dieses Feuer angegangen, d. h. in Entzündung gerathen sei, daß er aber alsdann fortgebrannt habe, ohne daß Feuer von Außen fortgefahren habe auf den Körper zu wirken. Sie geben zu, daß der menschliche Körper an sich schwer verbrennlich sei, daß aber das Fleisch, die Haut und alle seine übrigen Theile in Folge von krankhaften Zuständen, bedingt durch Branntweingenuß oder andere Ursachen, verbrennlicher werden könne, nicht etwa so verbrennlich wie ein Scheit Holz, was brennend auf den Boden gelegt, nicht fortfährt zu brennen, sondern wie ein angezündetes Bündel Stroh oder ein Talglicht, die, einmal angesteckt, fortfahren zu brennen, bis nichts mehr oder nur Asche oder Kohle übrig ist.

---

*) Das zweite Beispiel, was angeführt worden ist, kann ein unterrichteter Mann eigentlich gar nicht nacherzählen, denn dem Individuum, an dem sich das Phänomen ereignete, brannten die Finger der rechten Hand, welche die Beinkleider und bei Berührung der Finger der linken Hand entzündeten; dieses Feuer brannte fort im Sand und konnte durch Wasser nicht gelöscht werden. — Der dritte Fall begegnete einem Geistlichen in Amerika: er fühlte im linken Bein ein Stechen, wie wenn ihm ein Haar ausgerissen worden sei, er sah an diesem Theil eine leichte kleine Flamme, welche, mit der Hand bedeckt, erlosch, und einen Brandfleck 3/4 Zoll breit und 3 Zoll lang; auch hier waren die Kleider oberhalb der Stelle durchgebrannt, die Haut aber nicht verbrannt, es zeigte sich nicht einmal eine Blase, die Haut war wie abgeschabt, sehr trocken und dunkel gefärbt (Overton, American Journal 1835. Nov.). Bei Cigarrenrauchern mag dieser Fall von Selbstentzündung häufig vorkommen; so wie er erzählt ist, gleicht er einem amerikanischen Puff. Ueber den Fall der 17jährigen Nätherin Heinz in Hamburg sagt Devergie (Dict. d. Méd. et d. Ch. 375. Tom. V.): „der Verlauf der Heilung der verbrannten Stellen zerstört alle Voraussetzungen, die man in Beziehung auf Selbstentzündung machen könnte." Dr. Franck sagt über denselben Fall (Encycl. Wört.-B. Bd. 31, S. 528), er sei mit Kühn und Devergie der Meinung, daß die hysterische Heinz den seel. Fricke täuschte, da bei der Verbrennung Niemand zugegen war. Der neueste in dem Journal des Débats vom 24. Febr. 1850 erzählte Fall ist eine sogenannte Zeitungsente, welche, wie man weiß, periodisch wiederkehren, gleich der großen Seeschlange, welche so viele amerikanische Reisende und wahrheitsliebende Matrosen und Schiffscapitaine gesehen und beschrieben haben.

Wenn vor 125 Jahren Jemand die Meinung ausgesprochen hat, daß Menschen in der eben beschriebenen Weise verbrennen können, und wenn von dieser Zeit bis zu uns in 48 ähnlichen Todesfällen dieselbe Meinung ausgesprochen worden ist, so ist dies nicht der geringste Beweis für die Wahrheit dieser Meinung.

Es giebt historische Beweise für ein Ereigniß, daß z. B. Jemand in dieser Stadt, an dem Tag und zu der Stunde todt und verbrannt gefunden worden ist, es giebt aber keine historischen Beweise für die Wahrheit der Meinung, daß die Person von selbst verbrannt sei, auch giebt es keine historischen Beweise für die Wahrheit der Meinung, daß es einen krankhaften Zustand des menschlichen Körpers gäbe, in Folge von welchem derselbe die Verbrennlichkeit von einem Bündel Stroh erlangt.

Um eine solche Meinung für wahr anzuerkennen, müssen vor Allem die Gründe, worauf sie sich stützt, als wahr und unzweifelhaft erkannt und die Thatsachen genau ermittelt sein, an die sich die Gründe knüpfen.

Um die erstere Meinung zu beweisen, muß nicht blos die Möglichkeit bewiesen werden, daß ein Stück Fleisch in dem angegebenen Grade verbrennlich werden kann, sondern es muß bewiesen werden, daß eine solche Verbrennung von dem Fleische aus stattgefunden hat; was die andere Meinung betrifft, so muß dargethan werden, daß ein krankhafter Zustand, wie er vorausgesetzt wird, wirklich besteht, und daß die Personen, welche verbrannt sind, sich in diesem krankhaften Zustand wirklich befunden haben.

Alles dieses ist nicht geschehen. Keiner von allen denen, welche Anhänger der Selbstverbrennungstheorie sind, oder die als Schriftsteller sich bemüht haben diese Theorie ihrer Wissenschaft zu erhalten und zu stützen, hat sich jemals mit Versuchen beschäftigt, um sich über das Verhalten thierischer Materien im Feuer zu unterrichten; *) keiner von ihnen hat jemals in seinem Leben einen Krankheitszustand beobachtet, durch welchen der lebendige oder todte Körper leicht- oder schnellverbrennlich wird; keiner vermag die Zeichen anzugeben, an denen man einen solchen Zustand erkennt.

Die Anhänger der Selbstverbrennungstheorie sagen, daß mit allem dem, was die heutige Naturforschung wisse, die Möglichkeit der Selbstentzündung und die Wirklichkeit der Selbstverbrennung bei lebenden oder todten Menschen nicht widerlegt sei; wie die Selbstverbrennung vor sich gehe, dies zu erklären sei nicht ihre Sache, sie behaupteten ja blos, daß sie statt habe; dafür sprächen in den vorgekommenen Todesfällen ganz unzweideutige Thatsachen; wie viele Naturerscheinungen giebt es, so sagen sie, welche die Naturwissenschaft noch nicht erklären kann, ohne daß diese Erscheinungen deshalb aufhören wahr zu sein. Wie viele unbekannte Kräfte mag es noch geben, von denen die heutige Chemie noch keine Ahnung hat? und ist es recht oder billig, oder nur anständig, das Zeugniß so vieler Männer, die sich für die Selbstverbrennung

*) Julia-Fontenelle ist durch seine Versuche zu einer wesentlich verschiedenen Ansicht gekommen.

ausgesprochen haben, geradezu zu verwerfen und sie in die Classe der Lügner oder Dummköpfe zu versetzen, blos deshalb, weil man ihre Meinung nicht theilt?

Alles dies sind keine Gründe, geeignet um eine Ansicht zu rechtfertigen, denn mit solchen Einwürfen läßt sich jede Art von Behauptung vertheidigen, welche dem gesunden Menschenverstande widerspricht, sie passen auf alle. Diese Männer vergessen ganz, daß Niemand die Wahrheit der Todesfälle durch Verbrennung bezweifelt, so wenig wie sich die Wirklichkeit einer Menge nicht erklärter Erscheinungen bezweifeln läßt; diese Thatsache steht fest, aber ihre Erklärung steht nicht fest. Was jene behaupten, ist ja die Thatsache nicht; diese Thatsache, der Vorfall ist und bleibt wahr auch ohne ihre Behauptung; aber nicht, daß sich der Todesfall in der von ihnen erdachten Weise ereignet habe und nur in dieser Weise erklären ließe. Es ist also ganz falsch, wenn sie sagen, daß sie den Fall nicht erklären wollten, denn sie erklären ihn wirklich, indem sie behaupten, der Körper sei von selbst, ohne äußeres Zuthun, durch eine in ihm selbst liegende Ursache verbrennlich geworden und verbrannt; um aber diese Erklärung einzusehen oder wahr zu finden, muß man doch offenbar nach den Gründen fragen, worauf sie sich stützt, und wenn sich herausstellt, daß gar keine Gründe dafür bestehen, oder daß die, welche angeführt werden, falsch sind, d. h. bekannten, ausgemachten Wahrheiten widersprechen, so kann man doch ihre Erklärung, wie und auf welche Art ein Mensch von selbst verbrennen könne, nicht für wahr halten!

Wenn ein Arzt erklärt, daß ein Mensch durch Erstickung oder an einer Lungenentzündung gestorben sei, so setzt dies voraus, daß er bekannt ist mit dem Vorgang oder der Krankheit, die dem Tode vorausgegangen ist, oder er muß nach dem Tode die Zeichen der Erstickung oder nach dem Oeffnen der Leiche die Merkzeichen einer Lungenentzündung erkannt und wahrgenommen haben; wenn ihm dieses Alles unbekannt geblieben ist, so ist es auch für den geschicktesten Mann ganz unmöglich eine Meinung über die Ursache des Todes auszusprechen.

Die Meinung, daß ein Mensch von selbst verbrennen könne, stützt sich nicht auf die Bekanntschaft mit dem Vorgang, sondern auf das Gegentheil von Bekanntschaft, auf die Unbekanntschaft mit allen den Ursachen oder Bedingungen, welche der Verbrennung vorhergegangen sind und die sie bewirkt haben.

Angenommen, es sei ein Mann plötzlich gestorben und eine Menge Umstände wiesen darauf hin, daß er vergiftet worden sei; eine Expertise, Leichenöffnung, chemische Untersuchung werde angeordnet, aber es finde sich kein Zeichen von Vergiftung vor, das Gift könne nicht nachgewiesen werden. Wenn nun — darauf gestützt, daß es vor 100 und mehr Jahren ein Gift gegeben habe, aqua Tofana, mit welchem viele Menschen ermordet worden seien, ein Gift, welches sich aller Nachforschung entzieht und den Tod bewirkt ohne Spuren von seiner Wirkung zu hinterlassen, — die Experten die Erklärung gäben, daß die Abwesenheit aller Zeichen der Ursache des Todes darauf hinweise, daß der Tod

durch dieses italienische Gift herbeigeführt worden sei, was würde in diesem Fall ein verständiger Mann zu einem solchen Ausspruch sagen? was dazu, wenn auf die Frage, was denn die aqua Tofana wäre, die Antwort fiele, dies wisse man nicht, wie es noch Vieles gebe, was man nicht wisse, ohne daß deshalb die aqua Tofana zu bezweifeln sei.

Ganz in die Lage dieser Experten versetzen sich die Personen, welche die Todesart der Selbstverbrennung annehmen. Man findet in einem Zimmer eine Frau, einen Mann todt und verbrannt. Die Experten werden aufgefordert ihr Gutachten über den Vorgang abzugeben, sind aber nicht im Stande nachzuweisen, auf welche Weise der Brand entstanden, wie er sich auf den Körper fortgepflanzt habe; auch können sie sich über den Grad der Verbrennung oder der Zerstörung des Körpers keine Rechenschaft geben, und da seit mehr als 100 Jahren Fälle ganz ähnlicher Art vorgekommen sind, bei denen als wahr angenommen worden ist, die Verbrennung sei von selbst entstanden oder der Körper sei durch eine äußere Ursache entzündet worden und habe dann von selbst fortgebrannt, so zählen sie den vorliegenden Fall unter die andern bekannten Fälle und erklären ihn, wie man diese erklärt hat.

Weil es ihnen nicht gelang, Beweise aufzufinden, daß der Tod durch äußere Ursachen bewirkt und die Zerstörung des Körpers durch Brennmaterial von Außen herbeigeführt worden sei; aus der Unbekanntschaft mit dem, was dem Tode vorhergegangen ist, erschließen sie eine positive Ursache, für deren Bestehen alle Beweise fehlen, welche nicht allein im höchsten Grade zweifelhaft ist, sondern die auch den bekanntesten Gesetzen der Verbrennung und Verbrennlichkeit animalischer Körper widerspricht.

Um ein Ereigniß zu erklären, welches man nicht versteht, wird demnach eine Ursache zu Hülfe genommen, die man selbst nicht versteht. Anstatt also einfach zu sagen, der vorliegende Fall sei wegen Mangel an genügenden Anhaltepunkten nicht erklärbar, behaupten sie, dieser Mangel sei ein Beweis, daß Selbstverbrennung stattgefunden habe, die sie aus Mangel an genügenden Anhaltpunkten nicht zu erklären vermöchten, welche aber dennoch wahr sei, weil seit 100 und mehr Jahren ähnliche Fälle auf gleiche Weise erklärt worden seien.

Das Ungenügende und die Unrichtigkeit dieses Schlusses bedarf kaum näher hervorgehoben zu werden.

Die Schriftsteller, welche die Meinung, daß die Selbstverbrennung existire und angenommen werden müsse, ausgesprochen haben und vertheidigen, sind nicht Personen, welche durch ihren Stand oder ihre Beschäftigung in die Lage versetzt sind, die Wirkungen des Feuers auf thierische Körper genau kennen zu lernen, wie Köche oder Köchinnen z. B., sondern es sind in der Regel Leute, die sie durchaus nicht zu sehen oder zu beobachten Gelegenheit hatten.

Die Gründe, die sie anführen, werden gegen alle Regeln der Beweisführung aus dem Falle selbst genommen; der Tod und die Zerstörung des Körpers, dessen Ursache zu beweisen ist, wird als Beweis dafür angeführt, daß die erdachte Ursache wahr sei.

Daraus, daß die Selbstverbrennung existire, werden die vorgekommenen

Fälle erklärt, und dieselben zu erklärenden Fälle werden als Beweise für die Existenz der Selbstverbrennung angeführt.

Als ein anderer Hauptgrund für die Selbstverbrennung wird angeführt, daß in der Mehrzahl der vorgekommenen Fälle die Zerstörung des Körpers durch Feuer in einem Grade stattgefunden habe, daß sich nicht annehmen lasse, es sei so viel Brennmaterial außerhalb vorhanden gewesen, um sie zu bewerkstelligen, gerade deshalb müsse eine innere Ursache im Körper mitgewirkt haben, d. h. der Körper müsse das Feuer durch seine eigne Masse genährt haben.

Was das Brennmaterial betrifft, von welchem angenommen wird, daß es in unzureichender Menge vorhanden gewesen sei, so ist dies eine sehr unsichere Voraussetzung; denn das Feuer als die Ursache des Todes, oder der Verbrennung, hat das Eigne, daß es den Stoff, der es nährt, verzehrt, so daß also letzterer nicht, wie ein Messer, womit ein Mensch getödtet worden ist, ungeändert zurückbleibt.

Es ist also unmöglich, nach der Verbrennung zu beurtheilen, wie viel Brennmaterial vor derselben vorhanden war, denn das, was übrig davon blieb, ist nur ein Theil vom Ganzen, was gewirkt hat, und gerade der Theil verschwindet, indem er sich verzehrt, der die Wirkung hervorbringt.

Was die Schriftsteller betrifft, welche die Selbstverbrennung vertheidigen, oder die Gewissenhaftigkeit und Zuverlässigkeit ihrer Angaben, so muß vor allem Andern ihre Urtheilsfähigkeit ins Auge gefaßt werden. Die Urtheilsfähigkeit setzt als nothwendige Vorbedingung voraus, daß sie die erforderlichen Kenntnisse dazu haben; sie müssen wissen, was eine Verbrennung überhaupt ist und was dabei vor sich geht, dann, daß sie Fälle der Verbrennung beobachtet, und wirklich den aufrichtigen Vorsatz haben, den Vorgang und Alles auszumitteln, was dazu dienen kann, um das Ereigniß zu erklären, ohne alle vorgefaßte Meinung.

Wenn man nach diesem Maßstab die Glaubwürdigkeit der Schriftsteller über Selbstverbrennung beurtheilt, so bleibt von Allem was sie behaupten und meinen, Nichts weiter übrig, als die Erzählung eines Todesfalls oder einer Anzahl von Todesfällen durch Verbrennung. Ich habe bereits erwähnt, daß keiner derselben dem Vorgang einer solchen Verbrennung beigewohnt hat, sie nehmen die Fälle, die sie erzählen, entweder aus unverbürgten Zeitungsnotizen, oder sie erzählen sie andern Erzählern nach, die ebenfalls keinen dieser Fälle beobachtet haben; alle ohne Ausnahme nehmen die Meinung, daß die Selbstverbrennung existire, als wahr an; was sie beschäftigt, ist nicht zu prüfen, sondern zu zeigen, wie das Ereigniß vor sich ging, das sie natürlich nicht gesehen haben.

An diesen Gründen erkennt man deutlich, auf welcher Stufe der Ausbildung diese Männer stehen und wie wenig sie geeignet sind, ein gültiges Urtheil über diese Vorgänge auszusprechen. In der Regel werden von ihnen die von Andern erzählten, in der Art, wie sie sich ereigneten, unverbürgten Fälle benutzt, um eine von ihnen erfundene Theorie zu stützen; das, was in den Erzählungen für die Theorie

spricht, wird hervorgehoben und alles Andere was sie bestreitet oder widerlegt, wird entweder gar nicht angeführt oder als untergeordnet bezeichnet; sie sind nicht Erforscher der Existenz und der Wahrheit der Selbstverbrennung, sondern Advocaten für die Meinung der Selbstverbrennung.

Man kann sich nicht darüber wundern, daß es vor 50 oder 100 Jahren ausgezeichnete Aerzte gab, welche an die Selbstverbrennung des menschlichen Körpers glaubten und sie vertheidigten, zu einer Zeit, wo man das Wesen und die Natur der Verbrennung überhaupt nur unvollkommen kannte; aber die heutigen schriftstellernden Verbreiter dieser Ansicht sind in ihrer Mehrzahl Männer, deren Berechtigung zur Beurtheilung, deren Urtheilsfähigkeit, Beobachtungsgabe oder die hierzu nöthigen Kenntnisse durch gediegene Arbeiten oder Untersuchungen in ihrer Wissenschaft keineswegs bethätigt sind, deren Namen man nur kennt, weil sie als Vertheidiger derselben aufgetreten sind.

Die Bestimmtheit, mit welcher in vielen Werken über gerichtliche Medicin die bekannt gewordenen Fälle nacherzählt und die verschiedenen Theorien der Selbstverbrennung auseinander gesetzt werden, hat den großen Nachtheil herbei geführt, daß eine Menge unterrichtete praktische Aerzte, gegen ihre bessere Ueberzeugung, die Selbstverbrennung als solche gelten lassen, und daß sie den Angaben und Ansichten nicht widersprechen, um nicht als Ketzer angesehen zu werden.

Es ist Jedermann einleuchtend: wenn heutzutage ein Mensch beschuldigt wird, einen andern durch Gift ermordet zu haben, so muß vor Allem das Gift aufgefunden und bewiesen werden, daß der Beschuldigte dieses Gift zur Ausführung seines Verbrechens gebraucht hat. In Zeiten, wo man die Mittel, um die Gifte mit der größten Sicherheit zu entdecken, noch nicht kannte, wurde zur Entdeckung die Folter gebraucht. Es ist kaum nöthig daran zu erinnern, daß dieses Werkzeug dahin geführt hat, daß Tausende von Menschen bekannten, daß sie zaubern und hexen könnten. Die Scheiterhaufen für Zauberer und Hexen existiren jetzt nicht mehr, nicht deshalb weil der Beweis geführt ist, daß es keine Hexen giebt, sondern weil eine erleuchtete Naturerkenntniß dahin gelangt ist, unzweifelhaft darzuthun, daß Alles, was man diesen Unglücklichen Schuld gab, nicht dem Teufel, sondern natürlichen Ursachen zugeschrieben werden muß. Diese Tausende wurden auf das Schaffot gebracht durch die Advocaten der Meinung, daß die Zauberei und Hexerei möglich sei und wirklich existire; indem man später nach den Gründen fragte und alle Thatsachen, auf die sie gestützt waren, gewissenhaft und genau prüfte und untersuchte, da ergab sich, daß Alles, was dafür zu sprechen schien, auf falschen Wahrnehmungen, falschen Erklärungen, auf Irrthum oder Lüge beruhte.

Ganz so verhält es sich mit den anderen aus der Erfahrung oder aus der Wissenschaft zusammengesuchten Gründen, mit denen die Vertheidiger der Selbstverbrennung ihre Theorie zu stützen und den Vorgang anschaulich zu machen oder zu beweisen sich bemühen. Die aus der Erfahrung entommenen Gründe sind zum Theil wahr, aber sie passen für die Fälle nicht. Die aus der Wissenschaft genommenen,

sogenannten theoretischen Gründe sind ohne Ausnahme falsch und erklären die Fälle auch nicht.

Da hat z. B. ein Metzger in Neuburg vor 99 Jahren einen Ochsen gehabt, der krank und sehr angeschwollen war; er öffnete den Ochsen und es strömte aus dem Bauch eine brennbare Luft, die sich anzünden ließ und mit einer 5 Fuß hohen Flamme brannte. Dieselbe Erscheinung beobachtete Morton an einem todten Schweine, Ruysch und Bailly an menschlichen Leichnamen, welche durch Luftentwickelung ganz ungewöhnlich aufgeschwollen waren.

Auf diese Thatsachen gestützt nehmen die Vertheidiger der Selbstverbrennung an, daß sich in dem Körper des Menschen durch Krankheit ein Zustand erzeugen könne, in welchem er ein brennbares Gas entwickele, welches im Zellgewebe sich ansammle und durch eine äußere Ursache oder einen elektrischen Funken entzündet, die Verbrennung desselben bewirke. Man bemerkt leicht, daß der Schluß und die Thatsachen, auf die er sich stützt, in keinem Zusammenhange stehen.

1) Hat man Gasentwickelung im Zellgewebe nur in Leichnamen und zwar nur in sehr aufgetriebenen und angeschwollenen Leichen wahrgenommen; sodann ist das Gas nicht durch die Haut entwichen, sondern es mußte ein Schnitt in Haut und Zellgewebe gemacht werden; zuletzt hat zwar das Gas gebrannt, der todte Körper wurde aber davon nicht angesteckt, er wurde dadurch nicht selbstverbrennlich und ist nicht verbrannt.

2) Hat man an den durch Selbstverbrennung Umgekommenen niemals einen durch Luftarten, die sich im Zellgewebe befanden, aufgetriebenen Zustand wahrgenommen, sondern sie waren vollkommen gesund.

Die völlige Unhaltbarkeit dieser Erklärung ist demnach augenfällig.

Ein Anderer nimmt an, daß sich in gewissen Krankheitszuständen ein Gas, Phosphorwasserstoff, erzeuge, welches sich an der Luft von selbst entzünde und daß diesem ungemein verbrennlichen und entzündlichen Körper die Selbstentzündlichkeit und Leichtverbrennlichkeit des Körpers zugeschrieben werden müsse.

Es giebt in der That einen Phosphorwasserstoff, welcher sich in der Luft von selbst entzündet, aber dieses Gas verliert diese Eigenschaft durch minutenlange Berührung mit Gyps, Holzkohle, Papier, Terpentinöl, und was seine Gegenwart im menschlichen Körper betrifft, so ist niemals eine solche Verbindung weder im gesunden, noch kranken Zustande, noch an Leichen bei ihrer Fäulniß beobachtet worden, und was noch mehr ist, der menschliche Körper enthält keinen Phosphor in einem solchen Zustande, daß sich durch irgend einen Proceß, im Leben oder Tode, Phosphorwasserstoff bilden könnte.

Die Thatsache der Existenz von Phosphorwasserstoff ist nicht zu bezweifeln, aber seine Bildung und sein Vorhandensein im menschlichen Körper ist völlig unwahr, keine Erfahrung spricht für die Möglichkeit seiner Bildung. Das Phosphorwasserstoffgas ist zuletzt im hohen Grade giftig, so giftig wie Arsenik, und seine Gegenwart im Blute eines lebenden Körpers vollkommen unverträglich mit dieser Eigenschaft.

Andere wieder schreiben die Leichtverbrennlichkeit des menschlichen

Körpers einem ungewöhnlichen Fettgehalte oder dem Umstande zu, daß derselbe in Folge von Branntweingenuß wie getränkt sei mit Spiritus, und deshalb brenne wie ein Licht oder eine Weingeistlampe, wenn derselbe von Außen angesteckt werde.

Diese Ansicht beruht auf einer unrichtigen Auffassung der Verbrennlichkeit oder der Unbekanntschaft mit dem Bedingungen des Verbrennens.

Man kann eine schwerverbrennliche Substanz nicht leichtverbrennlich machen durch eine leichtverbrennliche, sondern nur dadurch, daß man die Ursache entfernt, wodurch sie schwerverbrennlich wird, oder dadurch, daß man ihre Oberflächen und damit den Zutritt der Luft vergrößert, welche zur Verbrennung unumgänglich nöthig ist.

Wenn man einen gewöhnlichen Badeschwamm oder Papierschnitzel mit Branntwein oder starkem Weingeist tränkt und diesen anzündet, so wird der Badeschwamm und die Papierschnitzel damit nicht verbrennlicher, als sie an sich waren. Der Branntwein brennt ab und wenn er verbrannt ist, so entzünden sich vielleicht die Papierschnitzel, aber sie brennen jedenfalls nicht früher, als bis der Branntwein verbrannt ist, und nicht besser, als wie sie verbrennen würden, wenn sie nicht mit Branntwein befeuchtet worden wären. Der Badeschwamm brennt unter diesen Umständen nicht.

Eben so wenn man ein Stück Fleisch in siedendes Fett wirft und das Fett anzündet, so brennt das Fett, das Fleisch aber brennt nicht, und entzündet sich nicht, und fährt nicht fort zu brennen, auch wenn alles Fett verbrannt ist; es wird nicht leichtentzündlicher durch Fett.

Daß ein Bündel Stroh leicht verbrennt, weiß Jedermann; die Ursache der Leichtentzündlichkeit ist seine Lockerheit, weil jeder Halm mit Luft umgeben ist; wenn aber das Stroh zu Häcksel zerschnitten ist, so ist es schwerverbrennlich, ja man kann damit ein starkes Feuer löschen, wenn so viel Häcksel darauf geschüttet worden, daß der brennende Körper damit bedeckt wird; er hört auf zu brennen, weil durch die Häcksel der Zutritt der Luft abgeschnitten wird.

Gießt man auf einen Pudding Branntwein und zündet ihn an, so brennt der Branntwein, und wenn derselbe abgebrannt ist, so brennt der Pudding nicht.

Die lockere, leichtverbrennliche Baumwolle wird als Docht in einer Oellampe schwerverbrennlich, sie verkohlt und verbrennt nur da, wo die Luft Zutritt zum Dochte hat. Man kann aber Papier, Badeschwamm leichtentzündlich machen, wenn sie mit Salpeter getränkt und getrocknet werden, durch eine Substanz, welche an sich nicht verbrennlich ist; aber durch verbrennliche oder leicht brennbare Körper läßt sich dies nicht bewirken.

Die Gegenwart von Branntwein oder ein übermäßiger Fettgehalt können dem menschlichen Körper eine Leichtverbrennlichkeit nicht geben, die er an sich nicht besitzt; um den Körper in einem solchen Zustande zu verbrennen, gehört stets Feuer von Außen dazu, welches fortfährt auf den Körper zu wirken, wenn der Branntwein oder das Fett verzehrt sind.

Die trockene thierische Substanz ist an sich nicht schwerentzündlich, bis zum Verkohlungspunkte sogar leichtverbrennlich, wie man dies etwa an einem Stück Horn oder Hornspänen leicht sehen kann, sogar Knochen lassen sich durch ein kleines Feuer anzünden und brennen in Haufen von selbst fort, indem sie völlig weiß wie Kreide werden; das trockne, von seinem Wassergehalte großentheils befreite Fleisch verhält sich dem Horn völlig gleich; auch die Gewebe und Membranen sind im Feuer leicht zerstörbar; alle diese Substanzen werden schwerverbrennlich durch ihren Wassergehalt, welcher im frischen Zustande im Fleisch und den weichen Körpertheilen 75 und im Blute 80 Procent beträgt. Das Wasser ist in diesen Theilen ähnlich wie in einem Schwamme enthalten, der sehr feine Poren hat; es kann bekanntlich in freier Luft, auch durch das heftigste Feuer, nicht über 100° oder seinen Siedepunkt hinaus erhitzt werden; dieser Temperaturgrad ist aber lange nicht hoch genug, um die thierische Substanz zu entflammen, selbst Fett bedarf dazu 440°, etwas mehr als die vierfache Temperatur des siedenden Wassers*).

Alle Substanzen, deren Entzündungstemperatur höher liegt wie 100°, werden schwerverbrennlich, wenn sie im porösen Zustande mit Wasser getränkt werden, denn so lange Wasser zugegen ist, kann selbst bei heftigem Feuer der brennbare Körper nicht brennen; erst dann, wenn das Wasser verdampft ist, steigt seine Temperatur höher, und bei seiner Entzündungstemperatur bricht er in Flamme aus**).

Man wird hiernach leicht verstehen, warum auch der Fettgehalt den Körper nicht leichtverbrennlich macht, denn so lange der Körper Wasser enthält, entzündet sich das Fett nicht, weil es einen höheren Hitzgrad braucht; es schmilzt und fließt aus, und wenn die dem Feuer ausgesetzten Theile des Körpers ihr Wasser durch Verdampfen verloren haben,

---

*) Das flüssige Eiweiß hält Niemand für brennbar, oder verbrennlich, weil Jedermann weiß, daß das Wasser, von welchem seine Flüssigkeit herrührt, nicht brennt und daß brennende Körper verlöschen, wenn man so viel Wasser darauf gießt, daß sie davon bedeckt werden. Das durch Hitze geronnene Eiweiß ist nicht brennbarer als das flüssige, denn es enthält überall fast denselben Wassergehalt wie dieses. In demselben oder einem sehr ähnlichen Zustande wie im geronnenen Eiweiß befindet sich aber das Wasser in den weichen Theilen des thierischen Körpers; sie verlieren durch den Wassergehalt ihre Entzündlichkeit und Verbrennlichkeit.

**) Wenn man nasses Papier über eine brennende Weingeistlampe hält, so fängt das Papier nicht eher zu brennen an, als bis das darin enthaltene Wasser verdampft ist; der trocken gewordene Theil entzündet sich in der Weingeistflamme, das noch nasse Stück entzündet sich nicht, das Papier brennt nicht fort, weil die entwickelte Wärme des brennenden Theils nicht hinreicht um in dem nächstliegenden nassen Theil das Wasser zu verdampfen, diesen zu trocknen und auf die Entzündungstemperatur zu erheben. Die erste und nothwendigste Bedingung des Brennens und Fortbrennens ist aber, daß der brennende Theil dem nächstliegenden nicht brennenden die zu dessen Entzündung nöthige Temperatur mittheilt.

so würden sich diese Theile entzünden und in Flammen ausbrechen, auch wenn kein Fett zugegen wäre. Die Gegenwart des Fettes macht, da es ebenfalls brennt, die Flamme größer, aber den brennenden Körper nicht schneller verbrennlich. Schnell verbrennlich kann man den Körper nur machen durch Zusatz von sauerstoffreichen Materien; durch Behandlung mit Salpetersäure werden bekanntlich Baumwolle, Leinwand ꝛc. so ausnehmend schnell entzündlich und verbrennlich, daß man sie statt Schießpulver brauchen kann.

Daß das Fett eines dem Feuer ausgesetzten thierischen Körpers, wenn es in das Feuer hineinfließt und brennt, zur weiteren Zerstörung des Körpers beitragen kann, um dies einzusehen, dazu bedarf es keiner besonderen Theorie, denn die Flamme vom brennenden Fett wirkt ganz ähnlich wie die vom brennenden Spiritus, und daß man mit letzterer dieselbe Wirkung hervorbringen kann wie mit Holz, dies ist Jedermann bekannt.

In einem lebendigen Körper setzt sich dem Anzünden und Brennen desselben ein Umstand entgegen, der in einer Leiche fehlt, dies ist die Blutcirculation. In einem Stücke Fleisch, auf welches Feuer einwirkt, bleibt die Flüssigkeit, mit welcher es getränkt ist, an ihrem Platz, bis sie verdampft; aber in einem lebenden Körper fließt durch alle, auch seine feinsten Theilchen ein Blutstrom, welcher macht, daß die von Außen erhitzten flüssigen Theile unaufhörlich hinwegbewegt und durch weniger erhitzte verdrängt werden. Ist die Einwirkung des Feuers von Außen sehr heftig, so tritt von dem Blute aus eine Gegenwirkung ein, welche in einem Ausfließen von Wasser nach der stark erhitzten Stelle hin besteht; die Haut löst sich ab, es entsteht eine mit Wasser gefüllte Blase, sogenannte Brandblase. So lange dieser Blutstrom dauert, kann wohl der Körper durch äußere Hitze verletzt werden; aber er kann nicht brennen und nicht eher verbrannt oder verkohlt werden, als bis die Blutbewegung aufhört, d. h. wenn er todt ist*).

*) Manche Anhänger der Selbstverbrennung geben zu, daß im gesunden Zustande ein lebendiger Körper nicht von selbst sich entzünden und fortbrennen könne, sie nehmen an, daß der Selbstverbrennung ein Krankheitszustand vorausgehe, in welchem, in der Form von Krankheitsproducten, Verbindungen gebildet werden von weit erhöhterer Entzündlichkeit und Verbrennlichkeit, als die Thierbestandtheile im normalen Zustande besitzen. Diese Voraussetzung ist natürlich eine bloße Erfindung, welche nicht einmal den Schatten einer Beobachtung für sich hat. Alle Stickstoffverbindungen bedürfen zur Entzündung und Verbrennung einer höheren Temperatur als zur Entzündung ihrer brennbarsten Elemente, des Kohlenstoffs und Wasserstoffs, erforderlich ist. Darin liegt gerade eine Eigenthümlichkeit dieser Verbindungen, daß sie durch den Stickstoffgehalt ihre Verbrennlichkeit zum großen Theil einbüßen. Stickstoffhaltige Substanzen rechnet man dieses Verhaltens wegen nicht zu den Brennstoffen. Das Ammoniakgas, welches Stickstoff und Wasserstoff enthält, ist nicht mehr entzündlich, es läßt sich durch einen glühenden Körper nicht mehr entzünden und brennt nicht mit der Flamme fort. Selbst der Phosphor

Eine Selbstverbrennung bei lebendigem Leibe ist deshalb geradezu unmöglich; selbst der so außerordentliche verbrennliche Phosphor verliert, unter gleichen Umständen, seine Verbrennlichkeit, wenn derselbe, wie dies in den Zündhölzerfabriken geschieht, in feinzertheiltem Zustande mit Wassertheilchen umgeben ist.

Daß der Fettgehalt oder ein Branntweingehalt nicht die Ursache der Leichtverbrennlichkeit oder Leichtentzündlichkeit ist, geht zuletzt daraus aufs Schlagendste hervor, daß Hunderte von fetten, mäßigen Branntweintrinkern nicht verbrennen, wenn sie durch Zufall oder Absicht einem Feuer zu nahe kommen, ja mit Gewißheit läßt sich voraussetzen, daß, so lange der Blutumlauf dauert, ihr Körper nicht in Flammen aufgehen würde, selbst wenn sie ihre Hand bis zur Verkohlung ins Feuer halten würden.

Die allermerkwürdigste Ansicht setzt voraus, daß die Selbstverbrennung bewirkt werde durch Elektricität oder durch einen elektrischen Funken. Muncke (weiland Professor der Physik in Heidelberg) sagt hierüber in Gehlers physical. Wörterbuch 10. Band, S. 262: „Vor allen Dingen muß wohl bei diesen Erklärungen die Elektricität ganz aus dem Spiele bleiben, deren vermehrte Entbindung durch Nichts bedingt, vielmehr bei fehlender Isolirung ganz unmöglich ist, so wie ein eigentlicher zur Entzündung erforderlicher elektrischer Funke"; diese Ansicht gründet sich auf den Bericht eines Reisenden Namens Brydone, welcher erzählt, ein Frauenzimmer gekannt zu haben, deren Haare durch Kämmen so elektrisch wurden, daß man Funken sah, so oft man sie kämmte; eine andere Thatsache ist die, daß ein Senator Namens Drayton in den Vereinigten Staaten beim Ausziehen seiner Strümpfe, von Wolle und Seide, elektrische Funken wahrnahm. Diese Thatsachen sind an sich wahr, sie werden sogar täglich wahrgenommen, aber der Gebrauch, der von den Anhängern der Selbstverbrennung gemacht wird, erscheint zum Mindesten abgeschmackt, denn die Eigenschaft der Haare oder Seide, durch Reiben elektrisch zu werden, gehört nicht dem menschlichen Körper, sondern einer jeden Perrücke oder jedem Strumpfe an; die Elektricität kommt nicht aus dem Innern des Körpers hervor, denn das abgeschnittene Haar, oder der ausgezogene Strumpf besitzt sie ebenfalls; der Körper ist im Gegentheil das größte Hinderniß für ihre Wahrnehmung und nur in seltenen Fällen ist die Haut so trocken und von der

---

verliert im Phosphorstickstoff seine Verbrennlichkeit. Wir können uns keine Stickstoffverbindung denken, welche durch eine Umsetzung oder besondere Anordnung ihrer Theile verbrennlicher wird, als wie der Wasserstoff es ist, der zur Entzündung und Entflammung immer der Glühhitze bedarf.

Ein Mensch, welcher 120 Pfund wiegt, enthält in seinem Körper nahe an 90 Pfund Wasser. Denkt man sich diesen Wassergehalt in einen Kessel gebracht und seine übrigen Theile Knochen, Fleisch, Membranenblut rc. trocken unter diesem Kessel brennend, so reicht, auch wenn man annimmt, daß sich letztere anzünden ließen und fortbrennten wie Holz, die durch Verbrennung des (nicht in der Form von Ammoniak austretenden) Wasserstoffs und Kohlenstoffs entwickelte Wärme nicht hin, um alles Wasser im Kessel in Dampf zu verwandeln.

Beschaffenheit, daß die Haare oder die Seide beim Reiben elektrisch werden, obwohl sie die Haut berühren. Nie ist dieser Eigenschaft der Elektricitätsentwickelung an dem Körper eines Verbrannten, weder vor, noch nach dem Tode wahrgenommen, niemals ist mit einem solchen Funken das Haar, oder ein Strumpf oder die Bekleidung angezündet worden.

Die Meinungen und die Personen, welche die Selbstverbrennung als eine historische Wahrheit ansehen und vertheidigen, kann ich nicht besser charakterisiren, als wenn ich die Theorie eines der jüngsten Vertheidiger, F. J. A. Strubel, hier anführe: Die Selbstverbrennung des menschlichen Körpers, mit besonderer Berücksichtigung ihrer medicinisch-rechtlichen Bedeutung. Eine unter Herrn Prof. Dr. J. Wilbrand, ord. öffentl. Lehrer der Staatsarzeneikunde zu Gießen, ausgearbeitete und der medicinischen Facultät der Universität Gießen vorgelegte Abhandlung. Gießen 1848."

Diese Theorie ist folgende: Gestützt auf die Wahrnehmung des Reisenden Brydone, sagt er: „Wird nämlich in einem menschlichen Körper die Elektricitätsentwickelung, durch welche Ursachen immer, so gesteigert oder die Elektricität so angehäuft oder condensirt, daß sie sich in elektrischen Funken nach Außen entladet, so kann Selbstverbrennung eintreten und zwar aus folgenden Gründen: Die elektrischen, den Körper nach allen Richtungen durcheilenden Funken müssen nicht nur nach physikalischen Gesetzen das Wasser, das $^4/_5$ vom Körper ausmacht, in größerer oder geringerer Quantität zerlegen, sondern sie müssen auch die aus der Zerlegung hervorgehenden Elementarbestandtheile desselben, sein Wasser- und Sauerstoffgas, entzünden, mag dies, worüber die Physiker nicht einig sind, durch den mechanischen Druck der Elektricität, oder durch die chemische Wirkung bewirkt werden. Sauerstoffgas aber mit Wasserstoffgas zusammengebracht und entzündet, ein Verhältniß also, wie es sich in dem gegebenen Falle vorfindet, entwickelt den höchsten Wärmegrad, in dem der Diamant mit Leichtigkeit verflüchtet werden kann. Nach dieser Erklärungsart der Selbstverbrennung versteht sich das, was man seither für das Wunderbarste gehalten hat, ganz von selbst, nämlich die außerordentliche Schnelligkeit, die außerordentliche Kürze der Zeit, in der sie von Statten geht, und man kann sich nur verwundern, wenn das Gegentheil stattfindet. Eben so würde man darnach erklärlich finden, wie das Fett des Körpers sich bei der Selbstverbrennung entzünden und fortbrennen könnte."

Diese Theorie ist ein Muster für alle. Der Urheber derselben hat auch nicht den entferntesten Begriff von den Gesetzen der Elektricitätserzeugung und Anhäufung, von den Bedingungen der Funkenbildung und der Wasserzersetzung durch Elektricität. Es mag hier genügen zu bemerken: wenn die Elektricität das Wasser in seine Bestandtheile zerlegt, so entsteht kein Funke, und wenn ein Funke die Bestandtheile entzündet, so bildet sich Wasser und es kann keine Zerlegung in seine Bestandtheile statt haben. Aber auch angenommen, es geschehe ganz so, wie er voraussetzt, es werde das Wasser in seine Bestandtheile zerlegt, und diese, durch die zerlegende Ursache, wieder mit einander zu Wasser

vereinigt, so würde der Körper durch die Entzündung der Bestandtheile des Wassers, in weniger als einer Secunde, wie eine mit Schießpulver geladene Bombe in tausende von Theilchen mit einem Knalle zerplatzen und auseinander fahren müssen, und doch würde der Körper sich nicht entzünden können, trotz der hohen Temperatur, weil aller Sauerstoff von dem Wasserstoff sofort in Beschlag genommen wird, und kein frei gewordener Sauerstoff übrig bleibt, um den Körper zu verbrennen. Die beiden Wasserbestandtheile, in welche das Wasser durch einen elektrischen Strom zerlegt wird, bilden nämlich gemengt die sogenannte Knallluft, im hohen Grade ausgezeichnet durch die Eigenschaft, beim Anzünden mit einem heftigen Knall zu verbrennen. Füllt man eine Kugel von Papier oder eine Schweinsblase mit dieser Knallluft an, so zerplatzt sie beim Anzünden mittelst eines Funkens mit einem Knalle gleich einem Kanonenschuß, aber die Blase, das Papier entzünden sich dabei nicht und verbrennen nicht.

Was die außerordentliche Schnelligkeit betrifft, die man bei den sogenannten Selbstverbrennungen voraussetzt, so ist dies eine bloße Erfindung; denn in den Fällen, in welchen menschliche Körper todt und verbrannt gefunden worden sind, weiß man über den Verlauf der Verbrennung nicht das Allergeringste.

Dasselbe gilt für die Beschaffenheit der Flamme, welche selbst durch Wasser nicht löschbar sein soll. Alle Beweise für diese Eigenthümlichkeiten (Schnelligkeit der Verbrennung und Nichtlöschbarkeit stützen sich auf einen einzigen Fall, den nicht ein Arzt, auch nicht ein Chirurg oder Bader, sondern ein Pfarrer Boineau erzählt hat. Es war eine 80 jährige Frau, die nichts mehr trank als Branntwein; sie fing an zu brennen, auf einem Sessel sitzend, und verbrannte, obwohl man reichlich Wasser auf sie goß, bis alles Fleisch am Körper verzehrt war; es blieb nur das Skelet, im Sessel sitzend zurück. Der Fall ist in einem Schreiben vom 22. Februar 1749 erzählt und ist demnach gerade 116 Jahr alt; der Erzähler wohnte der Verbrennung nicht bei, und sah die Flamme nicht, und es ist wohl in der Erzählung seine gute Absicht nicht verkennbar, seinen Beichtkindern einen heilsamen Schrecken vor dem Branntweintrinken einzujagen; daraus erklärt sich die Aehnlichkeit des Feuers der verbrennenden Branntweintrinkerin mit dem höllischen Feuer; der Stuhl, der nicht gesündigt hatte, verbrannte natürlich nicht, er war auf seiner Oberfläche nur etwas versengt.

Die Idee der Schnelligkeit der Verbrennung in den anderen vierzig oder fünfzig Fällen und die, auch in diesen angenommene, Eigenthümlichkeit des Feuers, mit dem sie brennen, bezieht sich auf diesen Fall allein, denn in den anderen fand man die Personen todt und verbrannt, die man fünf, sechs oder zwölf Stunden vorher lebend verlassen hatte. Weiter weiß man nichts davon.

Der schlagendste Beweis der Unbekanntschaft mit den gewöhnlichen Verbrennungsgesetzen und der Unfähigkeit, die vorkommenden Fälle der sogenannten Selbstverbrennung zu beurtheilen, ergiebt sich vorzüglich daraus, daß die Vertheidiger derselben auf unbedeutende Umstände,

welche gar nicht in Betracht kommen, daß größte Gewicht legen, während die wichtigsten als gar nicht existirend von ihnen angesehen werden. Dies ist namentlich der Fall mit dem Dampf, Rauch und Geruch, der die Räume erfüllt, in denen man Verbrannte findet, und dem schmierigen, braunen fettigen Absatz, mit welchem man Möbel, Fensterscheiben, Spiegel überzogen findet. Dies wird von ihnen als eine besondere Eigenthümlichkeit und als ein Merkzeichen der Selbstverbrennung angesehen. Dieser Absatz oder Ueberzug besteht, wie Jedermann weiß, aus festen, brennbaren Theilen und aus flüssigen Producten, welche durch die Wirkung des Feuers auf animalische und vegetabilische Materien (z. B. auf Fleisch, Blut und Papier ꝛc.) gebildet werden, natürlich nur in dem Fall, wenn diese nicht brennen; denn diese flüssigen und festen Producte sind an sich leicht brennbar, und ihr Nichtbrennen rührt stets von einem Mangel an Sauerstoff und dem zu ihrer Entzündung nöthigen, aber fehlenden Wärmegrade her. Die festen Theile im Rauch heißen im Allgemeinen Ruß, die flüssigen Producte führen den Namen Theer. Der Absatz auf den Scheiben und Möbeln ist ein dünner Niederschlag von Theer und Ruß, er fühlt sich, wie diese, fettig an und hat ganz die Beschaffenheit von dem Ueberzug, der sich im Anfang in den Kammern bildet, in denen man Fleisch räuchert, und der das Fleisch selbst überzieht. Mit ein wenig Glanzruß, den man in Wasser auflöst, kann man Glas und Holz ganz denselben Ueberzug geben, nur sieht man da die Pinselstriche, die man nicht bemerkt, wenn sich diese Producte durch Abkühlung aus der Luft auf Gegenstände gleichförmig absetzen. Unter den Producten, welche animalische Substanzen liefern, befindet sich noch eine Schwefelverbindung (Schwefelammonium), welche Bleianstriche und Metallfarben braun färbt oder schwärzt.

Diese Producte bilden sich, wie gesagt, wenn Feuer auf verbrennliche Körper einwirkt, welche nicht brennen (wie in der Theerschwelerei oder trockenen Destillation) und sind ein unwidersprechlicher Beweis, daß die Theile, welche sie liefern, nicht gebrannt haben, denn hätten sie gebrannt, und wäre hinreichend Luft vorhanden gewesen, so würden sie verbrannt sein und es wäre nichts davon wahrnehmbar gewesen, es hätte sich kein Absatz auf Gläsern oder Möbeln gebildet.

Es liegt in der Natur der Sache, daß Jemand, welcher in seinem Leben zuweilen Rosenwasser gerochen hat, und der eine Erinnerung daran hat, wie es riecht, in vielen Fällen im Stande sein wird, Rosenwasser von kölnischem Wasser zu unterscheiden; daß es aber möglich ist, an dem Geruch, der ein Zimmer erfüllt, zu erkennen, ob er von einer Selbstverbrennung herrührt oder nicht, oder daß der Ueberzug auf Möbeln und Glas von einem von selbst verbrannten menschlichen Körper stammt, und nicht von Leder, (Ueberzügen von Etuis ꝛc.), Papier, Holz, Haaren, Kleidern, welche alle mit verbrannt sind, und zwar ohne daß der Riechende jemals in einem gleichen Fall sein Geruchsorgan oder Gesicht mit der Eigenthümlichkeit dieser Gerüche oder Absätze bekannt gemacht nnd eine Erinnerung davon hat, dies geht über Alles, was man einem Verständigen zu glauben nur zumuthen.

kann. Es ist ist geradezu eine Beleidigung des gesunden Menschenverstandes.

Die Folgerungen, zu denen die Annahme der Selbstverbrennung geführt hat, stehen mit der Erfahrung in einem so entschiedenen Widerspruch, daß die Erklärung derselben von Seiten der Anhänger der Selbstverbrennungstheorie bei keinem ausgezeichneten, mit den Naturwissenschaften einigermaßen vertrauten Arzte oder Naturforschen den mindesten Anklang gefunden hat. So lange die Heilkunde besteht, ist wohl noch kein Fall vorgekommen, wo ein Ehepaar neben einander in derselben Secunde an einer Lungenentzündung oder an einer anderen Krankheit erkrankt, wo in Beiden, Mann und Frau, die Krankheit in derselben Zeit verläuft und Beide in der nämlichen Secunde sterben. Wie viel unwahrscheinliche Voraussetzungen müssen in Beziehung auf das Befinden vor dem Erkranken gemacht werden, damit ein solches Ereigniß statt habe. Die Anhänger der Selbstverbrennung finden alles dies für die Krankheit oder den Zustand, welcher der Verbrennung vorhergeht, ganz in der Ordnung, denn sie erzählen einen Fall, wo ein Schneider, Lariviere, mit seiner Frau im Zustande der Berauschung, nachdem man sie Abends 7 Uhr verlassen hatte, den nächsten Morgen um 11 Uhr mit Ausnahme einiger Fragmente in eine formlose verkohlte Masse verwandelt gefunden wurden. Ein Mann, der ein solches Ereigniß einer Krankheitsursache zuschreiben kann, ist ganz geeignet, um ein Kameel zu verschlucken. Daß mehrere Menschen, die sich zugleich in einem Zimmer befinden, durch Kohlendunst zu gleicher Zeit ersticken, dies ist ein Fall, der leider nur zu häufig vorkommt.

Die Anhänger der Selbstverbrennung betrachten es als eine Eigenthümlichkeit derselben, daß man, wenn sie statt hat, niemals Hülferuf vernimmt, offenbar weil sie todt sind, ehe sie verbrennen. Dies ist genau so, wie wenn man als eine Eigenthümlichkeit des Diebstahls durch Einbruch den Umstand bezeichnen wollte, daß die Hausbewohner, welche bestohlen werden, das Geräusch nicht hören, welches die Diebe machen, um in das Haus zu kommen. Ein solcher Diebstahl gelingt nur dann, wenn die Bewohner des Hauses das Geräusch nicht hören, z. B. abwesend sind, so wie ein Mensch natürlich nur dann zu Kohle und Asche verbrennen kann, wenn Niemand seinen Hülferuf hört; wären Leute in der Nähe und der Brennende im Stande zu schreien, so würde er nicht verbrennen.

Daraus, daß man keinen Hülferuf vernimmt, hat man geschlossen, daß der Tod nicht blos schnell, sondern auch schmerzlos sei, und man kann sich nur darüber wundern, daß man einen solchen angenehmen Tod guten Christen nicht gewünscht hat, da ja doch zuletzt Alle an einer Krankheit sterben müssen und die Selbstverbrennung eine ungewöhnliche, aber doch zuletzt eine Krankheit sein soll.

Um die Verbrennung eines Körpertheils zu erklären, wird natürlich immer angenommen, daß der Sitz der Krankeit in diesem Körpertheil gewesen sei. War der Bauch und die Eingeweide verbrannt, so war die Krankheit im Bauch, verbrannte der Kopf und Hals, so war sie im

Kopf und Hals, oder in den Beinen und Armen, wenn diese verbrannten. Neben die Wirkung legt man immer die Ursache und das Vorhandensein der Ursache erklärt man in der Wirkung. Dies ist gegen alle Regeln der Logik.

Die Selbstverbrennungs-Theorie ist so elastisch, daß sie weit oder eng genommen werden kann, wie man es gerade braucht; war die Verbrennung stark, so war die Krankheit bedeutend, war die Verbrennung oberflächlich, so war es wie beim Schnupfen; zwei Quadratzoll Haut am Bein sind krank und stecken die Hosen in Brand, rings um die kranke Stelle ist die Haut gesund wie bei anderen Menschen. Brauchen die Erklärer Bewußtlosigkeit, so ist sie da, haben sie beim brennenden Kopf Selbstbewußtsein zu gewissen Handlungen nöthig, so ist es auch da. Ist es ermittelt, so weit eine menschliche Wahrheit ermittelt werden kann, daß die verbrannte Person niemals betrunken war und einen Abscheu vorm Branntwein hatte, so wird unterstellt, daß sie sich wahrscheinlich heimlich betrank. Man sieht, wie der Irrthum, und die Selbstverbrennungs-Theorie ist ein Irrthum, immer nur Verblendung, Widersprüche und neue Irrthümer gebiert. Es giebt nur einen Weg zur Wahrheit, den tausend krumme Wege durchkreuzen, an jedem der letzteren steht die Leichtgläubigkeit als Wegweiser. Die Wahrheit hat ihre Rechte, die sich ungestraft nicht verletzen lassen, sie hat ihre Merkzeichen, an denen sie jeder Unbefangene erkennt.

Warum ein Theil der in der Nähe verbrennender Körper befindlichen Kleider nicht verbrenne, dies erklärt sich aus diesem oder jenem Fall, sagen die Anhänger der Selbstverbrennung, es ist dies eine Eigenthümlichkeit dieses Phänomens, was beobachtet worden ist; und warum derselbe brennende Körper, der die Kleider nicht in Brand setzte, einen Secretär von Holz und ein Sopha anzündete — dies wird wieder aus anderen Fällen erklärt; oben an der Brust verbrannten die Kleider, und die Flammen des brennenden Körpers wirkten gleich anderen Flammen, unterhalb der Herzgrube brannten die Kleider nicht, daran sei die besondere Beschaffenheit der Flamme Schuld!!

Die allergeringsten und unbedeutendsten Einzelheiten bei solchen Ereignissen erklären zu wollen, ist für Jemanden, der nicht dabei gewesen ist, unmöglich und Rechenschaft davon zu verlangen gerade thöricht, denn die Erklärung setzt ja voraus, daß man den Vorgang kennen soll, den man nicht kennt; viele dieser Einzelheiten hängen von einer Vereinigung von Umständen ab, welche sich nachher nicht mehr zusammen finden und die man gerade deshalb **zufällig** nennt*).

*) Wenn Jemand z. B. einen Kreuzer in die Luft wirft, so kann es sich ereignen, daß der Kreuzer auf dem Boden des Zimmers in eine Spalte fällt, so daß er auf seiner scharfen Kante eingeklemmt und aufrecht steht. Wenn dieselbe Person denselben Kreuzer in dem nämlichen Zimmer hunderttausendmal in die Höhe wirft, so kann es sein, daß er nicht ein einziges mal wieder in eine Spalte und, selbst wenn dies millionenmal geschieht, an denselben Ort

Aus dem Vorstehenden wird man, wie ich glaube, den wahren Werth der Ansicht, so wie alle Fälle der sogenannten Selbstverbrennung zu beurtheilen vermögen und einsehen, warum die Wissenschaft von einer solchen Theorie, welcher alle und jede Grundlage fehlt, keine Notiz genommen hat.

Die innige Beziehung des Branntweintrinkens und der Todesfälle durch Feuer ist so handgreiflich und offenbar, daß kaum eine weitere Auseinandersetzung nöthig ist. Bei einem betrunkenen, der Ueberlegung beraubten und alles Urtheils über Gefahr und was damit zusammenhängt unfähigen Menschen darf man jede, auch die unwahrscheinlichste Handlung voraussetzen. Man kann sich denken, daß in diesem Zustand ein Mensch beim Zubettgehen und beim Lichtauslöschen Vorhang und Bett anzündet, daß er bei verschlossenem Kamine neben einem Kohlenbecken mit glühenden Kohlen im Winter sich zu Bett legt, oder in der Absicht, unter dem Bett einen Stiefelauszieher zu holen, das brennende Licht, was er benutzte um denselben zu finden, unter dem Bette stehen läßt. Unzählige, gleich wahrscheinliche Voraussetzungen geben dem Verstande hinlänglich Rechenschaft über Feuer, was in einem Raume ausbricht, in welchem sich Licht und ein Mensch befindet, und wenn sich dieser Mensch noch im Zustande der vollkommenen Betrunkenheit befindet, so ist durch diesen Umstand die Gefahr in dem nämlichen Verhältniß vergrößert, in welchem sich seine Zurechnungsfähigkeit vermindert, er ist einem Kinde gleich zu stellen, welches von der Wirkung des Feuers keinen Begriff hat. Vor einigen Jahren kroch ein solcher Unglücklicher im Winter, in der Nähe von Oxford, auf einen Kalkofen und verbrannte, von den Füßen aufwärts, auf eine schreckliche Weise. Dies ist der eigentliche Zusammenhang zwischen Branntwein und Verbrennen. Was erzählt wird von Flammen, die aus dem Halse Betrunkener herausschlagen, ist Alles völlig unwahr, Niemand hat dergleichen Flammen je gesehen, immer hat es der Erzähler von einem anderen Erzähler gehört; richtig ist nur, daß mitleidige Straßenjungen besinnungslos betrunkenen, in Straßenecken liegenden Menschen, um den inneren Brand zu ersticken, wozu Mistjauche besonders wirksam sein soll, dieses Arzeneimittel zuweilen applicirten.

Genaue, für diesen Zweck angestellte Versuche beweisen, daß Luft, welche bei der menschlichen Körperwärme mit Weingeistdampf ganz gesättigt ist, sich selbst unter diesen allergünstigen Verhältnissen nicht anzünden läßt, und nicht mit Flamme brennt.

Bei dem Ausbrechen eines Feuers oder eines Brandes in einem Zimmer oder Haus haben der Besitzer oder die Beamten der Versicherungsanstalten, in der Regel, das größte Interesse, zu erfahren, wie das Feuer entstanden ist und wer es angelegt hat. In der Mehrzahl der Brandfälle wird dies nicht ermittelt, weil der es nicht sagt, der es aus Bosheit, und auch der nicht, der es aus Unvorsichtigkeit gethan hat.

---

derselben Spalte fällt. Die Bedingungen, um dies zu bewerkstelligen, kann man auch mit dem besten Willen nicht zusammenbringen, der Kreuzer fällt daneben. Diese Art von Ereignissen schreibt man dem Zufall zu.

Wenn die Ursache des Brandes nicht ermittelbar ist, so wird dennoch Niemand glauben, das Feuer sei von selbst, ohne Zuthun eines Menschen entstanden, und wenn in einem solchen Zimmer sich eine verbrannte Katze befindet, so wird Niemand auf die Idee kommen, das Feuer sei durch die Selbstverbrennung der Katze ausgebrochen, und voraussetzen, weil die Katzenbälge durch Reiben mit der Hand zuweilen elektrische Funken geben, es gäbe eine Krankheit unter den Katzen, wodurch sie selbstverbrennlich werden. Und doch ist die Annahme einer solchen Krankheit nicht unwahrscheinlicher als bei den Menschen. Man kann hierauf einwenden, daß die Katzen keinen Branntwein trinken, aber die Anhänger der Selbstverbrennung nehmen ja an, daß häufig die Selbstentzündung bei Personen vorkomme, welche dem Branntweingenuß nicht ergeben sind.

Indem man bei der Ausmittelung der Ursache eines Brandes die nähere Untersuchung an die Personen knüpft, welche Zutritt zu dem Orte hatten, wo der Brand entstand, gelingt es zuweilen, den absichtlichen oder unabsichtlichen Thäter auszumitteln. Die gerichtliche Medicin darf, selbst wenn die Selbstverbrennungs-Theorie wahr wäre, was sie nicht ist, in ein so einfaches und durch die Erfahrung gerechtfertigtes Verfahren nicht eher eingreifen, als bis alle anderen wahrscheinlichen Ursachen der Entstehung des Feuers ausgeschlossen sind, und wenn sie dies dennoch thut, so schließt sie ihre Berechtigung aus und nimmt Theil an der Schuld des Thäters, sie nimmt die That in Schutz, indem sie die Untersuchung auf Abwege lenkt. Der Arzt, der in solchen Fällen zu einem Urtheil aufgefordert ist, kann nach Pflicht und Gewissen nur sagen, in welchem Zustande er die Leiche fand, ob die Verletzung durch das Feuer, vor oder nach dem Tode, stattgefunden, ob der Tod eine Folge des Feuers allein war, oder aber vor der Einwirkung des Feuers durch andere Ursachen (durch äußere Wunden, Strangulation, Schlag auf den Kopf ꝛc.) herbeigeführt worden ist. In keinem Falle ist es ihm gestattet, etwas, was er nicht gesehen, durch Fälle zu erklären, die er ebenfalls nicht gesehen hat, oder durch eine Theorie, die ihm unerklärlich ist.

# Fünfundzwanzigster Brief.

Die Geschichte der Wissenschaften giebt uns die tröstliche Gewißheit, daß wir auf dem Wege des Versuches und der Beobachtung dahin gelangen werden, die Wunder des organischen Lebens zu entschleiern, daß wir im Stande sein werden, über alle Ursachen, welche Antheil an den Lebenserscheinungen nehmen, bestimmtere Aufschlüsse zu erhalten. Alle Eigenthümlichkeiten der Körper, alle ihre Eigenschaften sind durch das Zusammenwirken mehrerer Ursachen bedingt, und es ist die Aufgabe der Naturforschung, das Verhältniß zu ermitteln, welches jede einzelne Ursache an der Erscheinung nimmt. Um zur Erkenntniß der gegenseitigen Beziehungen dieser Eigenschaften zu gelangen, müssen wir zuerst diese Eigenschaften kennen zu lernen suchen und dann die Fälle ermitteln, in denen sie wechseln. Es ist ein Naturgesetz, welches keine Ausnahme hat, daß die Abweichungen in einer Eigenschaft stets und unwandelbar geleitet sind von gleichförmig entsprechenden Abweichungen in einer andern Eigenschaft, und es ist vollkommen einleuchtend, daß, wenn wir die Gesetze dieser Abweichungen kennen, wir in den Stand gesetzt sind, aus der einen Eigenschaft ohne weitere Beobachtung die der andern zu erschließen.

Ein Naturgesetz ermitteln heißt nichts anderes, als ein solches Abhängigkeits-Verhältniß ermitteln; die Bekanntschaft mit dem Gesetz schließt die Erklärung der Erscheinung, die Einsicht in das Wesen der Kräfte in sich ein, durch die sie bedingt wird.

Es ist bekannt, daß eine jede Flüssigkeit unter denselben Bedingungen bei einem unveränderlichen Temperaturgrade in's Sieden geräth; dies ist so constant, daß wir den Siedepunkt als eine charakteristische Eigenschaft derselben bezeichnen.

Eine der Bedingungen der constanten Temperatur, bei welcher sich im Innern der Flüssigkeiten Dampfblasen bilden, ist der äußere Druck; mit diesem Druck wechselt bei allen Flüssigkeiten, bei einer jeden nach einem besonderen Gesetze, der Siedepunkt, er nimmt zu oder ab, wenn der Druck wächst oder kleiner wird. Einer jeden Siedetemperatur entspricht ein bestimmter Druck, einem jeden Drucke eine bestimmte Temperatur. Die Kenntniß dieses Gesetzes der Abhängigkeit des Siedepunktes des Wassers von dem Druck der Atmosphäre hat dahin geführt, durch das Thermometer festzusetzen, in welcher Höhe man sich über dem Meere befindet, durch die Abweichungen in der einen Eigenschaft eine andere zu messen.

Minder bekannt dürften die Beziehungen sein, in welchen die Siedepunkte der Flüssigkeiten zu ihrer Zusammensetzung stehen. Der Holzgeist, Weingeist und das Fuselöl des Kartoffelbranntweins sind drei Flüssigkeiten, deren Siedepunkt sehr verschieden ist. Der Holzgeist siedet bei 59°, der Weingeist bei 78°, das Fuselöl bei 135° C. Die Vergleichung dieser drei Siedepunkte ergiebt, daß der Siedepunkt des Weingeistes 19° höher als der des Holzgeistes ist ($59° + 19° = 78°$), der des Fuselöls ist viermal 19° höher ($59 + 4 \times 19 = 135°$).

Jede dieser drei Flüssigkeiten liefert durch Oxydation unter gleichen Umständen eine Säure; aus dem Holzgeist entsteht Ameisensäure, aus dem Weingeist Essigsäure, aus dem Fuselöl Baldriansäure. Von diesen drei Säuren hat jede wieder ihren constanten Siedepunkt. Die Ameisensäure siedet bei 99°, die Essigsäure bei 118°, die Baldriansäure bei 175° C. Wenn man diese drei Siedepunkte mit einander vergleicht, so ergiebt sich sogleich, daß sie in einem ganz ähnlichen Verhältnisse zu einander stehen, wie die der Flüssigkeiten, aus denen die Säuren entstanden sind. Der Siedepunkt der Essigsäure ist um 19° höher als der der Ameisensäure, der Siedepunkt der Baldriansäure ist viermal 19° höher.

Einer gleichförmigen Abweichung in der einen Eigenschaft entsprach, wie man sieht, eine gleichförmige Abweichung in einer andern Eigenschaft. Die eine Eigenschaft ist hier die Zusammensetzung.

Vergleicht man die Zusammensetzung der sechs Körper, der drei Säuren und der drei Flüssigkeiten, aus denen sie durch den Einfluß des Sauerstoffs entstehen, so ergiebt sich Folgendes. Die Zusammensetzung des Holzgeistes wird durch die Formel $C_2H_4O_2$, die des Weingeistes durch $C_4H_6O_2$, die des Fuselöls durch die Formel $C_{10}H_{12}O_2$ bezeichnet.

Wenn wir nun eine Gewichtsmenge Kohlenstoff und Wasserstoff, welche der Formel CH (gleichen Aequivalenten) entspricht, mit R bezeichnen, so sieht man sogleich, daß die des Weingeistes ausdrückbar ist durch die des Holzgeistes $+ 2R$;

Holzgeist Weingeist

$$C_2H_4O_2 + C_2H_2 = C_4H_6O_2$$

Die des Fuselöls ist ausdrückbar durch die des Holzgeistes + 8 R.

Holzgeist Fuselöl

$$C_2H_4O_2 + C_8H_8 = C_{10}H_{12}O_2$$

Die Formel der Ameisensäure ist $C_2H_2O_4$; die der Essigsäure $C_4H_4O_4$; die der Baldriansäure ist $C_{10}H_{10}O_4$. Man beobachtet leicht, daß die Formel der Essigsäure ausdrückbar ist durch die der Ameisensäure + 2 R.

Diesen Erfahrungen gemäß entspricht dem Eintreten oder dem Mehrgehalt von 2 Aeq. Kohlenstoff und 2 Aeq. Wasserstoff oder von 2 R, ein um 19° steigender Siedepunkt. Es läßt sich zeigen, daß die Beziehung zwischen dieser Gruppe ganz constant ist und daß sich aus der Kenntniß des Siedepunktes in der That ein Rückschluß auf die Zusammensetzung machen läßt. Der Siedepunkt des ameisensauren Methyl-

oxyds ist 36°, der des ameisensauren Aethyloxyds 55°, der Unterschied zwischen beiden beträgt 19°. Hieraus sollte geschlossen werden können, daß die Zusammensetzung des letzteren von dem ersteren um $C_2H_2$ oder 2 R abweicht. Dies ist in der That der Fall. Die Formel des ameisensauren Methyloxyds ist $C_4H_4O_4$, die der entsprechenden Aethylverbindung $C_6H_6O_4$, also genau um $C_2H_2$ höher. So siedet die Buttersäure bei 156°, ihr Siedepunkt ist genau um dreimal 19° höher als der der Ameisensäure. Die Vergleichung ihrer Formeln sagt, daß die Buttersäure angesehen werden kann als Ameisensäure + 6 R. Das Toluidin und Anilin sind zwei organische Basen, beide durch ihre Zusammensetzung in so fern verschieden, daß das Toluidin $C_2H_2$ oder 2 R mehr enthält als das Anilin. Die Vergleichung ihrer Siedepunkte zeigt, daß der Siedepunkt des Toluidins um 19° höher ist.

Niemand wird in diesen Beispielen für diese Gruppe die Existenz eines Naturgesetzes verkennen und zu zweifeln vermögen, daß die Qualitäten eines Körpers in einer bestimmten Beziehung zu seiner Zusammensetzung stehen, daß einer Aenderung in einer Qualität eine gleichförmige Abweichung in etwas Quantitativem entspricht. Es verdient hier ganz besonders hervorgehoben zu werden, daß die Kenntniß des Naturgesetzes ganz unabhängig ist von der eigentlichen Ursache oder von den Bedingungen, welche zusammengenommen den constanten Siedepunkt bewirken; denn was der Siedepunkt an und für sich ist, ist uns so unbekannt, wie der Begriff des Lebens.

Es ist in dem obigen Beispiele die Beziehung von nur einer Qualität der Körper und ihrer Zusammensetzung hervorgehoben worden; allein dieser Beziehungen giebt es eben so viele, als wie der Körper besondere Eigenschaften besitzt. Für eine große Gruppe von organisch-chemischen Verbindungen hat man ein Gesetz ermittelt, wonach sich aus der Kenntniß des Siedepunktes und der Zusammensetzung festsetzen läßt, wie viel Pfunde ein Kubikfuß der Verbindung wiegt, daß also auch die Eigenschaft des specifischen Gewichtes, des Druckes also, den die Körper bei gleichem Rauminhalte auf eine Unterlage äußern, in einer ganz bestimmten Beziehung zu zwei anderen steht, die sich ändert, so wie sich diese beiden ändern.

Ein ähnliches Abhängigkeitsverhältniß hat sich in Beziehung auf die Wärmemenge, welche verschiedene Körper bedürfen, um sich auf einerlei Temperatur zu erheben, und die Gewichtsverhältnisse herausgestellt, in denen sie sich unter einander verbinden.

Es ist eine bekannte Thatsache, daß verschiedene Körper bei einerlei Temperatur verschiedene Wärmemengen enthalten. Gleiche Gewichte Schwefel, Eisen und Blei, die man auf den Siedepunkt des Wassers erwärmt hat, bringen, mit Eis in Berührung, eine gewisse Menge davon zum Schmelzen, und zwar ist die Menge flüssiges Wasser, welches unter diesen Umständen entsteht, sehr verschieden.

Wäre das Wärmequantum in den drei Körpern gleich, so müßte die Menge des geschmolzenen Eises bei allen gleich viel betragen, und der ungleiche Effect, der hier hervorgebracht wird, zeigt an und für sich schon

auf die Ungleichheit der wirkenden Ursache. Der Schwefel schmilzt sechs und ein halb mal, das Eisen viermal so viel Eis als das Blei. Es ist vollkommen einleuchtend, daß wenn wir Schwefel, Eisen und Blei auf einerlei Temperaturdifferenz, von 15° auf 200° z. B. mit derselben Spirituslampe zu erhitzen haben, so würden wir für Blei z. B. 1 Loth, für dieselbe Menge Schwefel $6\frac{1}{2}$ Loth und für das gleiche Gewicht Eisen fast 4 Loth Spiritus zu verbrennen haben.

Diese verschiedenen Wärmemengen, welche gleiche Gewichte verschiedener Körper brauchen, um auf eine gegebene Temperaturdifferenz erwärmt zu werden, die jedem derselben eigenthümlich sind, heißen gerade deshalb die eigenthümlichen oder specifischen Wärmen. Aus der Kenntniß der ungleichen Wärmemengen, welche die Körper bei gleichem Gewichte und einerlei Temperatur enthalten, gestattet ein einfaches Regel-de-trie-exempel, die ungleichen Gewichte von Schwefel, Blei und Eisen zu berechnen, welche ein gleiches Wärmequantum enthalten, und es ergiebt sich aus dieser Berechnung, daß z. B. 16 Schwefel so viel Eis schmelzen, wie 28 Eisen und 104 Blei von gleicher Temperatur. Diese Zahlen sind die nämlichen, wie die Mischungsgewichte (Aequivalentzahlen). Gleiche Aequivalente dieser und vieler anderer Körper enthalten oder nehmen, um sich auf einerlei Temperatur zu erheben, einerlei Wärmemengen auf, und wenn wir uns die Aequivalente als die relativen Gewichte der Atome denken, so ist klar, daß die Wärmemenge, die ein Atom unter gleichen Bedingungen aufnimmt oder abgiebt, für je ein Atom gleich ist, und sich, in Zahlen ausgedrückt, umgekehrt verhält, wie die Gewichte der Atome.

Es ist gewiß ein seltsames Resultat, daß die Menge Eis, die ein Körper schmilzt, dazu gedient hat, um in manchen Fällen die Gewichtsverhältnisse zu berichtigen und festzusetzen, in denen sich dieser Körper mit anderen verbindet.

Noch viel sonderbarer mag es aber Vielen erscheinen, daß diese Eigenschaft (Wärme aufzunehmen oder abzugeben) bei den luftförmigen Körpern in einer ganz bestimmten Beziehung steht zu dem Tone einer Pfeife oder Flöte, welcher durch Einblasen des Gases hervorgebracht wird, so zwar, daß ein berühmter Naturforscher (Dulong) aus dem ungleichen Tone die Menge der Wärme beziehungsweise festzusetzen vermochte, welche bei constantem Volumen die Gase beim Zusammenpressen entlassen oder bei ihrer Ausdehnung verschlucken.

Um eine klare Einsicht in diesen merkwürdigen Zusammenhang zu haben, muß man sich einen der schönsten Gedanken von La Place, hinsichtlich des Zusammenhangs der specifischen Wärme der Gase mit ihrem Fortpflanzungsvermögen des Schalles, erinnern. Es ist bekannt, daß Newton und viele auf ihn folgende Mathematiker vergebens versuchten, eine der Beobachtung entsprechende Formel für die Geschwindigkeit des Schalles aufzustellen. Das Berechnete war dem Resultate der Beobachtung nahe; allein es zeigte sich stets ein unerklärbarer Unterschied. Da nun die Verbreitung des Schalles durch das Vibriren der elastischen Lufttheilchen, in Folge also eines Zusammenpressens und

einer darauf folgenden Ausdehnung derselben geschieht, und bei dem Zusammenpressen der Luft Wärme frei, und bei der Wiederausdehnung Wärme verschluckt wird, so vermuthete La Place, daß dieses Wärmephänomen einen Einfluß auf die Fortleitung des Schalles haben müsse, und es zeigte sich in der That, daß nach in Rechnungstellung der specifischen Wärme der Luft die Formel des Mathematikers frei von allen Fehlern und ein genauer Ausdruck für die beobachtete Geschwindigkeit war.

Wenn man nun die Geschwindigkeit des Schalles nach der Newton'schen Formel (also ohne Rücksicht auf die specifische Wärme der Luft) berechnet und sie mit der Formel von La Place vergleicht, so ergiebt sich zwischen beiden ein Unterschied in der Länge des Raumes, den eine Schallwelle in einer Secunde in beiden Fällen zurücklegt. Dieser Unterschied rührt von der specifischen Wärme der Luft, von der Wärmemenge her, die bei der Fortpflanzung des Schalles aus den in Bewegung gesetzten Lufttheilchen frei wird. Es ist nun klar, daß dieser Unterschied in der Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Schalles in anderen Gasen, die bei gleichem Volumen mehr oder weniger Wärme als die Luft enthalten und durch Druck entlassen, größer oder kleiner ausfallen wird, als für die Luft, und es ist somit leicht ersichtlich, wie die Zahlen, welche diese ungleiche Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Schalles in verschiedenen Gasen ausdrücken, zu gleicher Zeit ein Maß abgeben für die ungleichen Wärmemengen, die sie enthalten.

Da nun die Höhe oder Tiefe des Tones von der Anzahl der Vibrationen einer Schallwelle in einer Secunde, also von der Geschwindigkeit abhängig ist, mit welcher sich die eingetretene Bewegung fortpflanzt, und man weiß, daß in allen Gasen die Fortpflanzungsgeschwindigkeit einer Schallwelle direct proportional ist der Anzahl der Vibrationen der Töne, die dadurch hervorgebracht werden, so erklärt sich hieraus, wie durch die ungleiche Höhe des Tones, welcher durch verschiedene Gase mittelst einer Pfeife hervorgebracht wird, die specifische Wärme der Gase (wie viel das eine Gas mehr als das andere Gas enthält) ermittelt werden kann.

Die große Entdeckung, daß die musikalische Harmonie, ein jeder Ton, der das Herz rührt, zur Freude stimmt, für Tapferkeit begeistert, das Merkzeichen einer bestimmten und bestimmbaren Anzahl von Schwingungen der Theile des fortpflanzenden Mediums ist und damit ein Zeichen von Allem, was nach den Gesetzen der Wellenlehre erschließbar ist aus dieser Bewegung, hat die Akustik zu dem Range erhoben, den sie gegenwärtig einnimmt. Eine Menge die Töne betreffender Wahrheiten wurden aus der Wellenlehre erschließbar, während empirische Wahrheiten zu einer entsprechenden Kenntniß der Eigenschaften vibrirender Körper führten, welche früher ganz unbekannt waren.

Man unterlegt dem berühmten Wiener Violinverfertiger, daß er sich das Holz zu seinen Violinen im Walde mit dem Hammer ausgesucht, daß er diejenigen Bäume gewählt habe, die beim Anklopfen einen gewissen ihm allein bekannten Ton gegeben hatten. Dies ist sicher eine

Fabel; daß er aber wußte, daß das obere oder untere Bret einer guten Violine in einer Secunde eine gewisse Anzahl Schwingungen machen, einen bestimmten Ton geben, und daß die Dicke des Bretes hiernach eingerichtet werden müsse, darüber kann man nicht den geringsten Zweifel hegen.

Wenn man zuletzt erwägt, daß der durch einen Metalldraht gehende elektrische Strom in einem ganz bestimmten Verhältnisse steht zu den magnetischen Eigenschaften, welche dieser Draht hierdurch empfängt, wenn man sich erinnert, daß durch die Magnetnadel die feinsten Unterschiede der strahlenden Wärme gemessen werden können, daß die Quantität der in Bewegung gesetzten Elektricität in Zahlen ausdrückbar ist durch die nämliche Magnetnadel, daß sie gemessen werden kann in Cubikzollen Wasserstoffgas und in Gewichtstheilen von Metallen; wenn wir also sehen, daß die Ursachen oder Kräfte, von welchen die Eigenschaften der Körper, ihre Fähigkeit, auf unsere Sinne einen Eindruck zu machen oder überhaupt einen Effect auszuüben, in einem ermittelbaren Abhängigkeitsverhältnisse zu einander stehen, wer könnte gegenwärtig daran zweifeln, daß die vitalen Eigenschaften diesen Gesetzen der Abhängigkeit gleich allen andern Eigenschaften folgen, daß die chemischen und physikalischen Eigenschaften der Elemente, ihre Form- oder Ordnungsweise, eine ganz bestimmte und bestimmbare Rolle in den Lebenserscheinungen spielen?

Die bloße Kenntniß der chemischen Formeln reicht natürlich hierzu nicht aus, sondern es ist nothwendig, die Gesetze der Beziehungen zu ermitteln, in welchen die Zusammensetzung und Form der Nahrung oder der Secrete zu dem Ernährungsprocesse oder die Zusammensetzung der Heilmittel zu den Wirkungen, die sie auf den Organismus ausüben, stehen.

Es ist gewiß, daß alle Fortschritte der Physiologie der Pflanzen und Thiere von Aristoteles bis auf unsere Zeiten nur durch die Fortschritte der Anatomie möglich gemacht worden sind. So wie Derjenige über die Destillation im Dunkeln bleiben wird, der nichts mehr davon gesehen hat, als die Maische, das Feuer und den Hahn, aus welchem der Spiritus tropft, so ist in der That ohne Kenntniß des Apparates die Einsicht in den Vorgang unmöglich. Nun ist aber der Organismus ein viel zusammengesetzterer Apparat, der vor allen anderen eine ganz genaue Kenntniß der Structur aller einzelnen Theile erfordert, ehe man ihre Bedeutung und die Function für das Ganze beurtheilen kann. (Schleiden.)

Man muß aber immer im Auge behalten, daß seit Aristoteles bis auf Leuvenhoek's Zeiten die Anatomie für sich über die Gesetze der Lebenserscheinungen nur theilweise Licht verbreitet hat, daß uns die Kenntniß des Destillationsapparates allein über seinen Zweck nicht unterrichtet, daß für viele organische Processe dasselbe behauptet werden kann wie für die Destillation, wo Der, welcher die Natur des Feuers, die Gesetze der Verbreitung der Wärme, die Gesetze der Verdampfung, die Zusammensetzung der Maische und die des Productes der Destillation

kennt, unendlich mehr von der Destillation weiß, nicht allein als Der, welcher den Apparat in seinen kleinsten Theilen kennt, sondern auch unendlich mehr als der Kupferschmied, der den Apparat gemacht hat.

Mit jeder Entdeckung in der Anatomie haben die Beschreibungen an Schärfe, Genauigkeit und Umfang zugenommen; die rastlose Forschung ist bis zur Zelle angelangt; von diesem Höhepunkt an muß eine neue Forschung beginnen.

Wenn die anatomische Kenntniß zur Lösung einer physiologischen Frage dienen soll, so muß nothwendig noch Etwas mit hinzugezogen werden, und das Nächste ist doch offenbar der Stoff, aus dem die Form besteht, die Kräfte und die Eigenschaften, die ihm neben den vitalen zukommen, die Kenntniß des Ursprunges des Stoffes und der Veränderungen, die er erfährt um vitale Eigenschaften zu erlangen; es ist zuletzt unerläßlich, die Beziehungen zu kennen, in welchen alle Bestandtheile des Organismus, die flüssigen sowohl wie die festen, ganz abgesehen von der Form, zu einander stehen. Mit dem, was die Chemie über diese hochwichtigen Fragen zu Tage gefördert hat, scheint vielen Physiologen nur die Chemie bereichert worden zu sein, obwohl alle diese Resultate in der Chemie einen ebenso untergeordneten Platz einnehmen, wie die, welche durch die Mineralien- und Mineralwasser-Analysen erworben worden sind.

Von der falschen Vorstellung, die man sich von dem Einflusse der Chemie auf die Erklärung der vitalen Erscheinungen macht, rührt es her, daß man von der einen Seite diesen Einfluß zu gering anschlägt, während die Erwartungen und Anforderungen der anderen zu hoch gespannt sind.

Wenn zwischen zwei Thatsachen ein ganz bestimmter Zusammenhang besteht oder aufgefunden wird, so ist es die Aufgabe der Chemie keineswegs, diesen Zusammenhang zu erweisen, sondern lediglich nur denselben in Quantitäten, in Zahlen auszudrücken. Durch die Zahlen allein kann zwischen zwei Thatsachen keine Beziehung hergestellt werden, wenn diese Beziehung an sich nicht besteht.

Bittermandelöl und Benzoesäure sind ihrem Vorkommen und ihren Eigenschaften nach zwei durchaus verschiedene organische Verbindungen. Von einer gegenseitigen Beziehung zwischen beiden war vor einigen Jahren noch keine Rede. Man entdeckte nun, daß das Bittermandelöl an der Luft fest und krystallinisch wurde, und daß der entstandene Körper identisch in seinen Eigenschaften und seiner Zusammensetzung mit Benzoesäure ist. Eine Beziehung zwischen beiden war nach dieser Erfahrung unverkennbar. Die Beobachtung erwies, daß bei dem Uebergange des Bittermandelöls in Benzoesäure Sauerstoff aus der Luft aufgenommen wird, und die Analyse beider setzte die vorgegangene Umwandlung in Zahlen fest, und so weit sie erklärbar war, erklärte sie sie damit.

In einer ähnlichen Weise wurde durch das Studium der Veränderungen, welche das Kartoffelfuselöl durch den Einfluß des Sauerstoffs erfährt, eine bestimmte Beziehung zwischen diesem Körper und der Baldriansäure entdeckt und durch den Zahlenausdruck dargethan, daß sich beide zu einander wie der gewöhnliche Weinalkohol zu der Essigsäure verhalten.

Der Harn des Menschen enthält Harnstoff, häufig Harnsäure, in dem Harne gewisser Thierclassen fehlt die Harnsäure, in dem Harne anderer der Harnstoff. Mit der Zunahme der Harnsäure nimmt der Harnstoffgehalt des Harnes ab, der Harn des Fötus der Kuh enthält Allantoin, in dem Menschenharne macht die Oxalsäure einen selten fehlenden Bestandtheil aus. Der Wechsel in gewissen vitalen Vorgängen im Organismus ist begleitet von einem entsprechenden Wechsel in der Natur, Menge und Beschaffenheit der Verbindungen, welche durch die Nieren secernirt werden. Es ist die Aufgabe des Chemikers, die beobachteten Beziehungen quantitativ auszudrücken, in welchen diese Körper zu einander und zu den Vorgängen im Organismus stehen.

Die Chemie unterlegt zuvörderst durch die Analyse den Wörtern Harnstoff, Harnsäure, Allantoin, Oxalsäure ihre quantitative Bedeutung; durch diese Formeln wird noch keine Beziehung zwischen ihnen gegenseitig hergestellt, indem sie aber ihr Verhalten und die Aenderungen untersucht, welche diese Verbindungen unter dem Einflusse des Sauerstoffs und des Wassers, derjenigen Körper also erleiden, die an ihrer Bildung oder Veränderung im Organismus Antheil haben, so gelangt sie zu Ausdrücken eines bestimmten und unverkennbaren Zusammenhanges. Durch die Hinzuführung von Sauerstoff zu Harnsäure spaltet sie sich in drei Producte, in Allantoin, Harnstoff und Oxalsäure. Durch eine größere Zufuhr von Sauerstoff geht die Harnsäure gerade auf in Harnstoff und Kohlensäure. Das Allantoin stellt sich dar als harnsaurer Harnstoff. Die Vergleichung der von dem Chemiker entdeckten Bedingungen des Ueberganges der Harnsäure in Harnstoff mit denjenigen, die den Vorgang im Organismus begleiten, führt zu dem Schlusse, daß die Bedingungen (in dem erwähnten Falle Zufuhr von Sauerstoff) in beiden Fällen die nämlichen sind oder daß sie von einander abweichen. Diese Abweichungen geben jetzt neue Anhaltpunkte zu Untersuchungen ab; mit ihrer Ermittelung ist der Vorgang erklärt.

Der Harnstoff und die Harnsäure sind Producte der Veränderungen, welche die stickstoffhaltigen Bestandtheile des Blutes unter dem Einflusse des Wassers und des Sauerstoffs erleiden. Die Beziehung zwischen dem letzteren und der Harnsäure, dem Harnstoffe zu dem Sauerstoffe der Luft und den Elementen des Wassers, die quantitativen Bedingungen ihrer Bildung drückt die Chemie in Formeln aus, und, so weit ihr Gebiet reicht, erklärt sie sie damit.

Es ist auch dem Unkundigen einleuchtend, daß die Verschiedenheit der Eigenschaften zweier Körper entweder abhängig ist von einer verschiedenen Ordnungsweise der Elemente, woraus sie bestehen, oder von einem quantitativen Unterschiede in der Zusammensetzung. Die Formeln des Chemikers sind Ausdrücke der verschiedenen Ordnungsweise oder der quantitativen Verschiedenheiten, welche die qualitativen begleiten. Die heutige Chemie kann selbst durch die sorgfältigste Analyse die Zusammensetzung eines organischen Körpers nicht mit Sicherheit feststellen, wenn die quantitative Beziehung desselben zu einem zweiten nicht ermittelt ist, über dessen Formel kein Zweifel besteht; nur in dieser Weise

konnte z. B. die Formel des Bittermandelöls und Fuselöls festgesetzt werden, und wenn ein Abhängigkeitsverhältniß zwischen zwei Körpern durch unmittelbare Beobachtung nicht wahrgenommen werden kann, so ist der Chemiker genöthigt, sich durch die Experimentirkunst die Beziehungen zu schaffen; er sucht den Körper in zwei oder mehrere Producte zu spalten, er untersucht die Producte, die er durch den Einfluß des Sauerstoffs oder des Chlors, der Alkalien und Säuren daraus erhält, und durch diese Mittel gelingt es ihm zuletzt, eines oder mehrere Producte zu erhalten, deren Zusammensetzung vollständig ermittelt ist, deren Formel er kennt. An die Formel dieser Producte knüpft er jetzt die Formel des Körpers an, die er sucht. Die Summe des Ganzen, er erschließt sie mit der Hülfe der Kenntniß eines, mehrerer oder aller Theile, aus denen das Ganze besteht. So ist die Anzahl der Aequivalente Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, die zu einem Zuckertheilchen gehören, durch die Analyse nicht bestimmbar; die Geschicklichkeit eines Chemikers giebt keinen Beweis ab für die Richtigkeit seiner Analyse des Salicins, des Amygdalins; der Zucker verbindet sich aber mit Bleioxyd, er zerlegt sich durch die Gährung in Kohlensäure und Alkohol, in zwei Verbindungen, deren Formeln genau bekannt sind; das Amygdalin zerfällt in Blausäure, in Bittermandelöl und Zucker, das Salicin in Zucker und in Saligenin.

Es ist klar, wenn das Gewicht des Körpers und des von einem oder zwei oder allen aus demselben hervorgehenden Producten und ihre Formel bekannt ist, so kann die Anzahl und das Verhältniß von einem oder zwei oder von allen seinen Elementen, d. h. seine Formel, erschlossen, das Resultat der Analyse kann dadurch bewahrheitet oder berichtigt werden.

Die Bedeutung der Formeln des Chemikers ist hiernach klar. Die richtige Formel eines Körpers drückt die quantitativen Beziehungen aus, in welchen der Körper zu einem, zwei oder mehreren anderen steht. Die Formel des Zuckers drückt die ganze Summe seiner Elemente aus, die sich mit einem Aequivalent Bleioxyd vereinigen, oder die Menge Kohlensäure und Alkohol, in welche er durch die Gährung zerfällt. Man wird hiernach verstehen, warum der Chemiker häufig gezwungen ist, den Stoff, dessen Zusammensetzung er feststellen will, in zahlreiche Producte zu spalten, warum er seine Verbindungen studirt. Alles dies sind Controlen für seine Analyse. Keine Formel verdient volles Vertrauen, wenn der Körper, dessen Zusammensetzung sie ausdrücken soll, diesen Operationen nicht unterworfen worden ist.

Indem einige neuere Physiologen vergaßen, daß die Kenntniß der Beziehungen zweier Erscheinungen ihrem Ausdrucke in Zahlen vorangehen müsse, arteten die Formeln des Chemikers in ihren Händen zu einer sinnlosen Spielerei aus. Anstatt eines Ausdrucks für ein wirklich vorhandenes Abhängigkeitsverhältniß suchten sie durch Zahlen Beziehungen herzustellen, die in der Natur nicht bestehen oder niemals beobachtet worden sind. Diese Eigenschaft kommt aber den Zahlen nicht zu.

## Sechsundzwanzigster Brief.

Die Entdeckungen der Chemie im Gebiete der Physiologie haben in der neueren Zeit über viele der wichtigsten Vorgänge im Thierorganismus ungeahnte Aufschlüsse gegeben und zu klareren Begriffen geführt über das, was Gift-, Nahrungs- oder Arzneimittel genannt werden muß. Der Begriff von Hunger und Tod bewegt sich nicht mehr um eine bloße Beschreibung von Zuständen.

Wir wissen jetzt mit positiver Gewißheit, daß die Speisen der Menschen und Thiere in zwei große Classen zerfallen, von denen die eine zur eigentlichen Ernährung und Neubildung der festen Theile ihres Leibes, die zweite hingegen zur Vermittelung dieser Processe und zu anderen Zwecken dient. Es läßt sich jetzt mit mathematischer Sicherheit beweisen, daß eine Messerspitze voll Mehl in Beziehung auf die Blutbildung nahrhafter ist, als fünf Maß des besten bayerischen Bieres, daß ein Individuum, welches im Stande ist, täglich fünf Maß Bier zu trinken, in einem Jahre im günstigsten Falle genau die nahrhaften Bestandtheile von einem fünfpfündigen Laib Brod oder von drei Pfund Fleisch verzehrt.

Die völlige Umkehrung aller früheren Begriffe über den Antheil, den Bier, Zucker, Stärkmehl rc. an dem Lebensproceß nehmen, gewährt einer näheren Kenntniß der neuesten Forschungen und Ansichten in diesem Gebiete gewiß einiges Interesse.

Zu den ersten Bedingungen der Unterhaltung des thierischen Lebens gehört die Aufnahme von Nahrung (Stillung des Hungers) und von Sauerstoff aus der Luft (Athmungsproceß). In jedem Zeittheilchen seines Lebens nimmt der Mensch durch die Organe der Respiration Sauerstoff auf. Nie ist, so lange das Thier lebt, ein Stillstand bemerklich. Die Beobachtungen der Physiologen zeigen, daß der Körper eines erwachsenen Menschen nach vierundzwanzig Stunden bei hinlänglicher Nahrung an Gewicht weder zu- noch abgenommen hat; dennoch ist die Menge von Sauerstoff, die in dieser Zeit in seinen Organismus aufgenommen wurde, höchst beträchtlich. Nach Lavoisier's und Menzie's Versuchen werden von einem erwachsenen Mann in einem Jahre 7 bis 800 Pfund Sauerstoffgas aus der Atmosphäre in seinen Körper aufgenommen und dennoch finden wir sein Gewicht zu Anfang und zu Ende des Jahres entweder ganz verändert, oder die Ab- und

Zunahme bewegt sich um wenige Pfunde. Wo ist, kann man fragen, dieses enorme Gewicht an Sauerstoff hingekommen, das ein Individuum im Verlaufe eines Jahres in sich aufnimmt? Diese Frage ist mit befriedigender Sicherheit gelöst: kein Theil des aufgenommenen Sauerstoffs bleibt im Körper, sondern er tritt in der Form einer Kohlenstoff- oder einer Wasserstoffverbindung wieder aus. Der Kohlenstoff und der Wasserstoff von gewissen Bestandtheilen des Thierkörpers haben sich mit dem durch die Haut und Lunge aufgenommenen Sauerstoff verbunden, sie sind als Kohlensäure und Wasserdampf wieder ausgetreten. Mit jedem Athemzuge, in jedem Lebensmomente trennen sich von dem Thierorganismus gewisse Mengen seiner Bestandtheile, nachdem sie mit dem Sauerstoff der atmosphärischen Luft eine Verbindung in dem Körper selbst eingegangen sind. Wenn wir die Blutmenge in dem Körper eines Menschen zu 12 Pfund bei einem Wassergehalt von 80 Procent annehmen, so ergiebt sich aus der bekannten Zusammensetzung des Blutes, daß zu einer völligen Verwandlung des Kohlenstoffs und Wasserstoffs im Blut in Kohlensäure und Wasser eine Quantität Sauerstoff nöthig ist, die in zwei bis drei Tagen in den Körper eines erwachsenen Menschen aufgenommen wird.

Gleichgültig, ob der Sauerstoff an die Bestandtheile des Blutes tritt oder an andere kohlen- und wasserstoffreiche Materien im Körper, es kann dem Schlusse nichts entgegengesetzt werden, daß dem menschlichen Körper in zwei Tagen und fünf Stunden so viel an Kohlen- und Wasserstoff in seinen Nahrungsmitteln wieder zugeführt werden muß, als nöthig wäre, 12 Pfund Blut mit diesen Bestandtheilen zu versehen, vorausgesetzt, daß das Gewicht des Körpers sich nicht ändern, daß er seine normale Beschaffenheit behaupten soll.

Diese Zufuhr geschieht durch die S p e i s e n.

Aus der genauen Bestimmung der Kohlenstoffmenge, welche durch die Speisen in den Körper aufgenommen wird, so wie durch die Ausmittelung derjenigen Quantität, welche durch die Fäces und den Urin unverbrannt oder, wenn man will, in einer anderen Form, als in der einer Sauerstoffverbindung, wieder austritt, ergiebt sich, daß ein erwachsener Mann, im Zustande mäßiger Bewegung, täglich 27⁸/₁₀ Loth Kohlenstoff verzehrt*). Diese 27⁸/₁₀ Loth Kohlenstoff entweichen aus Haut und Lunge in der Form von kohlensaurem Gas. Zur Verwandlung in kohlensaures Gas bedürfen diese 27⁸/₁₀ Loth Kohlenstoff 74 Loth Sauerstoff. Nach den analytischen Bestimmungen von Boussingault (Ann. de chim. et de phys. LXX. 1, pag. 136) verzehrt ein Pferd in

*) Die eben angeführten Zahlen sind durchschnittlich dem Verbrauch von 856 Mann casernirter Soldaten entnommen, deren Speisen (Brod, Kartoffeln, Fleisch, Linsen, Erbsen, Bohnen ꝛc.) während eines Monats bis auf Pfeffer, Salz und Butter mit der größten Genauigkeit gewogen und jedes Einzelne der Elementaranalyse unterworfen worden war. Eine Ausnahme hiervon machten drei Gardisten, welche außer dem vorschriftmäßigen Brodquantum (2 Pfund täglich) in jeder Löhnungsperiode ½ Laib = 2½ Pfund mehr be-

24 Stunden 158$^3/_4$ Loth Kohlenstoff, eine milchgebende Kuh 141$^1/_2$ Loth, ein Schwein, das mit Kartoffeln gefüttert wurde, 43 Loth. Die hier angeführten Kohlenstoffmengen sind als Kohlensäure aus ihrem Körper getreten; das Pferd hat in 24 Stunden für die Ueberführung des Kohlenstoffs in Kohlensäure 13$^7/_{32}$ Pfund und die Kuh 11$^2/_3$ Pfund Sauerstoff verbraucht. Da kein Theil des aufgenommenen Sauerstoffs in einer anderen Form als in der einer Kohlen- oder Wasserstoffverbindung wieder aus dem Körper tritt, da ferner bei normalem Gesundheitszustande der ausgetretene Kohlen- und Wasserstoff wieder ersetzt wird durch Kohlen- und Wasserstoff, den wir in den Speisen zuführen, so ist klar, daß die Menge von Nahrung, welche der thierische Organismus zu seiner Erhaltung bedarf, in geradem Verhältniß zu dem aufgenommenen Sauerstoff steht.

Zwei Thiere, die in gleichen Zeiten ungleiche Mengen von Sauerstoff durch Haut und Lunge in sich aufnehmen, verzehren in einem ähnlichen Verhältniß ein ungleiches Gewicht von der nämlichen Speise.

In gleichen Zeiten ist der Sauerstoffverbrauch ausdrückbar durch die Anzahl der Athemzüge; es ist klar, daß bei einem und demselben Thiere die Menge der zu genießenden Nahrung wechselt je nach der Stärke und Anzahl der Athemzüge.

Ein Kind, dessen Respirationswerkzeuge sich in größerer Thätigkeit befinden, muß häufiger und verhältnißmäßig mehr Nahrung zu sich nehmen als ein Erwachsener, es kann den Hunger weniger leicht ertragen. Ein Vogel stirbt bei Mangel an Nahrung den dritten Tag; eine Schlange, die in einer Stunde, unter einer Glasglocke athmend, kaum so viel Sauerstoff verzehrt, daß die davon erzeugte Kohlensäure wahrnehmbar ist, lebt drei Monate und länger ohne Nahrung.

Im Zustand der Ruhe beträgt die Anzahl der Athemzüge weniger als im Zustand der Bewegung und Arbeit. Die Menge der in beiden Zuständen nothwendigen Nahrung muß in dem nämlichen Verhältniß stehen.

Ein Ueberfluß von Nahrung und Mangel an eingeathmetem Sauerstoff (an Bewegung), so wie starke Bewegung (die zu einem größeren

---

kamen, und ein Tambour, der $^1/_2$ Laib übrig behielt. Ungerechnet hierin ist der Kohlenstoffgehalt der frischen Gemüse, des Sauerkrauts, so wie dasjenige, was die Soldaten des Abends verzehrten. Nach einem annähernden Ueberschlage des Feldwebels verzehrt jeder Soldat täglich durchschnittlich 6 Loth Wurst, 1$^1/_2$ Loth Butter, $^1/_2$ Schoppen ($^1/_4$ Liter) Bier und $^1/_{10}$ Schoppen Branntwein, deren Kohlenstoffgehalt mehr als das Doppelte beträgt von dem Kohlenstoffgehalt der Fäces und des Urins zusammengenommen. Die Fäces betragen bei einem Soldaten durchschnittlich 11$^1/_2$ Loth, sie enthalten 75 Proc. Wasser und der trockene Rückstand 45,24 Proc. Kohlenstoff und 13,15 Proc. Asche. 100 Theile frische Fäces enthalten hiernach 11,31 Kohlenstoff, sehr nahe so viel wie ein gleiches Gewicht frisches Fleisch. In obiger Rechnung ist der Kohlenstoff der Fäces und der des Urins gleichgesetzt worden dem Kohlenstoffgehalt der frischen Gemüse und der anderen Speisen, welche im Wirthshause verzehrt wurden.

Maß von Nahrung zwingt) und schwache Verdauungsorgane sind unverträglich mit einander.

Die Menge des Sauerstoffs, welche ein Thier durch die Lunge aufnimmt, ist aber nicht allein abhängig von der Anzahl der Athemzüge, sondern auch von der Größe und dem Umfang der Lungen und von der Schnelligkeit, mit welcher das Blut seinen Ort wechselt; die Anzahl der Pulsschläge in einer gegebenen Zeit giebt ein ziemlich genaues Maß für die Geschwindigkeit ab, mit welcher das Blut durch die Lungen strömt, obwohl damit die Menge des zufließenden Blutes, welche von der Größe oder dem inneren Raume der Herzkammer abhängig ist, nicht gemessen werden kann. Alle diese Verhältnisse üben einen bestimmten Einfluß auf den Sauerstoffverbrauch und in dessen Folge auf die Menge der zu genießenden Speise aus. Zwei Individuen mit ungleichen Pulsschlägen oder ungleich großen Lungen verbrauchen unter gleichen Verhältnissen ein ungleiches Maß von Nahrung; das mit der kleineren Lunge verbraucht weniger. Wenn beide gleich viel Speisen verzehren, so kann der Fall eintreten, daß der Eine mager bleibt, während der Andere fett wird. Die richtige Beurtheilung der Brusthöhle giebt den erfahrenen Landwirthen einen sicheren Anhaltpunkt zur Schätzung des Milchertrags zweier Kühe, oder der Mastfähigkeit zweier Ochsen oder Schweine von sonst gleicher Beschaffenheit ab.

Im Sommer enthält die atmosphärische Luft Wassergas, im Winter ist sie trocken. Der Raum, den der Wasserdampf in der warmen Luft einnimmt, wird im Winter von Luft eingenommen, d. h. sie enthält bei gleichem Volum im Winter mehr Sauerstoff als im Sommer.

In ähnlicher Weise ändert sich die absolute Sauerstoffmenge des eingeathmeten Luftvolumens mit dem Barometerstande; an dem Ufer des Meeres enthält ein Cubikfuß Luft mehr Sauerstoff als wie auf hohen Bergen. Auf den bewohnten Gebirgsebenen Central-Amerika's, in einer Höhe von 8 bis 10,000 Fuß, enthält die Luft in gleichem Volum beinahe ein Drittel weniger Sauerstoff als in den tiefen Schichten der Zinnbergwerke zu Cornwallis; aber diese Aenderungen in der Dichtigkeit der Luft durch Temperatur, Verdunstung oder Druck üben keinen bemerklichen Einfluß auf die Sauerstoffmenge, welche in jeder Zeitsecunde von dem Blute aufgenommen wird, und damit auf den täglichen Bedarf an Speise aus.

Der Sauerstoffverbrauch ist lediglich abhängig von den Athembewegungen und von der Bewegung des Blutes, und es erklärt sich hieraus der Einfluß einer erschlaffenden Hitze in warmen Klimaten und der größere Verbrauch an Sauerstoff in kalter Luft, in welcher die Anzahl und Tiefe der Athemzüge zunimmt.

Die Wechselwirkung der Bestandtheile der Speisen und des durch die Blutcirculation im Körper verbreiteten Sauerstoffs ist die **Quelle der thierischen Wärme.**

## Siebenundzwanzigster Brief.

Die Quelle der thierischen Wärme, die Gesetze, nach denen sie erzeugt wird, der Einfluß, welchen sie auf die Functionen des thierischen Organismus ausübt, sind Gegenstände, in so hohem Grade belehrend und unterhaltend, daß ich es mir nicht versagen kann, durch einige Andeutungen Ihre Aufmerksamkeit darauf hinzulenken.

Alle lebende Wesen, deren Existenz auf einer Einsaugung von Sauerstoff beruht, besitzen eine von der Umgebung unabhängige Wärmequelle. Diese Wahrheit bezieht sich auf alle Thiere, sie erstreckt sich auf den keimenden Samen, auf die Blüthe der Pflanze und auf die reifende Frucht. Nur in den Theilen des Thieres, zu welchen arterielles Blut, und durch dieses der in dem Athmungsproceß aufgenommene Sauerstoff gelangen kann, wird Wärme erzeugt. Haare, Wolle, Federn besitzen keine eigenthümliche Temperatur. Diese höhere Temperatur des Thierkörpers, oder wenn man will, Wärmeausscheidung, ist überall und unter allen Umständen die Folge der Verbindung einer brennbaren Substanz mit Sauerstoff. In welcher Form sich auch der Kohlenstoff mit Sauerstoff verbinden mag, der Act der Verbindung kann nicht vor sich gehen, ohne von Wärmeentwickelung begleitet zu sein; gleichgiltig, ob sie langsam oder rasch erfolgt, ob sie in höherer oder niederer Temperatur vor sich geht, stets bleibt die freigewordene Wärmemenge eine unveränderliche Größe. Wenn wir uns denken, daß sich der Kohlenstoff der Speisen im Thierkörper in Kohlensäure verwandele, muß eben so viel Wärme entwickelt werden, als wenn er in der Luft oder im Sauerstoff direct verbrannt worden wäre; der einzige Unterschied ist der, daß die erzeugte Wärmemenge sich auf ungleiche Zeiten vertheilt. In reinem Sauerstoffgas geht die Verbrennung schneller vor sich, die Temperatur ist höher; in der Luft langsamer, die Temperatur ist niedriger, sie hält aber länger an.

Es ist klar, daß mit der Menge des in gleichen Zeiten durch den Athmungsproceß zugeführten Sauerstoffs die Anzahl der freigewordenen Wärmegrade zu- oder abnehmen muß. Thiere, welche rasch und schnell athmen, und demzufolge viel Sauerstoff verzehren, besitzen eine höhere Temperatur als andere, die in derselben Zeit, bei gleichem Volumen des zu erwärmenden Körpers, weniger in sich aufnehmen; ein Kind mehr (39°) als ein erwachsener Mensch (37,5°), ein Vogel mehr (40 bis 41°)

als ein vierfüßiges Thier (37 bis 38 °), als ein Fisch oder Amphibium, dessen Eigentemperatur sich 1½ bis 2 ° über das umgebende Medium erhebt. Alle Thiere sind warmblütig, allein nur bei denen, welche durch Lungen athmen, ist die Eigenwärme ganz unabhängig von der Temperatur der Umgebung.

Die zuverlässigsten Beobachtungen beweisen, daß in allen Klimaten, in der gemäßigten Zone sowohl als am Aequator oder an den Polen, die Temperatur des Menschen so wie die aller sogenannten warmblütigen Thiere niemals wechselt; allein wie verschieden sind die Zustände, in denen sie leben!

Der Thierkörper ist ein erwärmter Körper, der sich zu seiner Umgebung verhält wie alle warme Körper; er empfängt Wärme, wenn die äußere Temperatur höher, er giebt Wärme ab, wenn sie niedriger ist als seine eigene Temperatur.

Wir wissen, daß die Schnelligkeit der Abkühlung eines warmen Körpers wächst mit der Differenz seiner eigenen Temperatur und der des Mediums, worin er sich befindet, d. h. je kälter die Umgebung ist, in desto kürzerer Zeit kühlt sich der warme Körper ab.

Wie ungleich ist aber der Wärmeverlust, den ein Mensch in Palermo erleidet, wo die äußere Temperatur beinahe gleich ist der Temperatur des Körpers, und der eines Menschen, der am Pole lebt, wo die Temperatur 40 bis 50 ° niedriger ist!

Trotz diesem so höchst ungleichen Wärmeverlust zeigt die Erfahrung, daß das Blut des Polarländers keine niedrigere Temperatur besitzt als das des Südländers, der in einer so verschiedenen Umgebung lebt.

Diese Thatsache, ihrer wahren Bedeutung nach anerkannt, beweist, daß der Wärmeverlust in dem Thierkörper eben so schnell erneuert wird; im Winter erfolgt diese Erneuerung schneller als im Sommer, am Pole rascher wie am Aequator.

In verschiedenen Klimaten wechselt nun die Menge des durch die Respiration in den Körper tretenden Sauerstoffs nach der Temperatur der äußeren Luft; mit dem Wärmeverlust durch Abkühlung steigt die Menge des eingeathmeten Sauerstoffs; die zur Verbindung mit diesem Sauerstoff nöthige Menge Kohlenstoff oder Wasserstoff muß in einem ähnlichen Verhältniß zunehmen. Es ist klar, daß der Wärmeersatz bewirkt wird durch die Wechselwirkung der Bestandtheile der Speisen, die sich mit dem eingeathmeten Sauerstoff verbinden. Um einen trivialen, aber deswegen nicht minder richtigen Vergleich anzuwenden, verhält sich in dieser Beziehung der Thierkörper wie ein Ofen, den wir mit Brennmaterial versehen. Gleichgiltig, welche Formen die Speisen nach und nach im Körper annehmen, welche Veränderungen sie auch erleiden mögen, die letzte Veränderung, die sie erfahren können, ist eine Verwandlung ihres Kohlenstoffs in Kohlensäure, ihres Wasserstoffs in Wasser; der Stickstoff und der unverbrannte Kohlenstoff werden in dem Urin und den festen Excrementen abgeschieden. Um eine constante Temperatur im Ofen zu haben, müssen wir, je nachdem die äußere Temparatur wechselt, eine ungleiche Menge von Brennmaterial einschieben.

In Beziehung auf den Thierkörper sind die Speisen das Brennmaterial; bei gehörigem Sauerstoffzutritt erhalten wir die durch ihre Oxydation frei werdende Wärme. Im Winter, bei Bewegung in kalter Luft, wo die Menge des eingeathmeten Sauerstoffs zunimmt, wächst in dem nämlichen Verhältniß das Bedürfniß nach kohlen- und wasserstoffreichen Nahrungsmitteln, und in der Befriedigung dieses Bedürfnisses erhalten wir den wirksamsten Schutz gegen die grimmigste Kälte.

Das aufgenommene Sauerstoffgas tritt im Sommer und Winter, in ähnlicher Weise verändert, wieder aus, wir athmen in niederer Temperatur mehr Kohlenstoff aus, als in höherer, und wir müssen in dem nämlichen Verhältniß mehr oder weniger Kohlenstoff in den Speisen genießen, in Schweden mehr wie in Sicilien, in unseren Gegenden im Winter ein ganzes Achtel mehr als im Sommer. Selbst wenn wir dem Gewicht nach gleiche Quantitäten Speise in kalten und warmen Gegenden genießen, so hat eine unendliche Weisheit die Einrichtung getroffen, daß diese Speisen höchst ungleich in ihrem Kohlenstoffgehalte sind. Die Früchte, welche der Südländer genießt, enthalten im frischen Zustande nicht über 12 Procent Kohlenstoff, während der Speck und Thran des Polarländers 66 bis 80 Procent Kohlenstoff enthalten. Es ist keine schwere Aufgabe, sich in warmen Gegenden der Mäßigkeit zu befleißigen, oder lange Zeit den Hunger unter dem Aequator zu ertragen, allein Kälte und Hunger reiben in kurzer Zeit den Körper auf.

Ein Hungernder friert. Jedermann weiß, daß die Raubthiere der nördlichen Klimate an Gefräßigkeit weit denen der südlichen Gegenden voranstehen.

In der kalten und temperirten Zone treibt uns die Luft, die ohne Aufhören den Körper zu verzehren strebt, zur Arbeit und Anstrengung, um uns die Mittel zum Widerstande gegen ihre Einwirkung zu schaffen, während in heißen Klimaten die Anforderungen zur Herbeischaffung von Speise bei weitem nicht so dringend sind.

Unsere Kleider sind in Beziehung auf die Temperatur des Körpers Aequivalente für die Speisen; je wärmer wir uns kleiden, desto mehr vermindert sich bis zu einem gewissen Grade das Bedürfniß zu essen, eben weil der Wärmeverlust, die Abkühlung und damit der Ersatz durch Speisen kleiner wird. Gingen wir nackt, wie die Indianer, oder wären wir beim Jagen und Fischen denselben Kältegraden ausgesetzt wie der Samojede, so würden wir ein halbes Kalb und noch obendrein ein Dutzend Talglichter bewältigen können, wie uns warmbekleidete Reisende mit Verwunderung erzählt haben; wir würden dieselbe Menge Branntwein oder Thran ohne Nachtheil genießen können, eben weil ihr Kohlen- und Wasserstoffgehalt dazu dient, um ein Gleichgewicht mit der äußeren Temperatur hervorzubringen.

Die Menge der zu genießenden Speisen richtet sich, nach den vorhergehenden Auseinandersetzungen, nach der Anzahl der Pulsschläge und Athemzüge, nach der Temperatur der Luft und nach dem Wärmequantum, das wir nach außen hin abgeben. Keine isolirte entgegenstehende Thatsache kann die Wahrheit dieses Naturgesetzes ändern.

Die Abkühlung des Körpers, durch welche Ursache es auch sei, bedingt ein größeres Maß von Speise. Der bloße Aufenthalt in freier Luft, gleichgiltig ob im Reisewagen oder auf dem Verdeck von Schiffen, erhöht durch Strahlung und gesteigerte Verdunstung den Wärmeverlust, selbst ohne vermehrte Bewegung; er zwingt uns, mehr als gewöhnlich zu essen. Dasselbe muß für Personen gelten, welche gewohnt sind, große Quantitäten kaltes Wasser zu trinken, welches auf 37° erwärmt wieder abgeht; — es vermehrt den Appetit, und schwächliche Constitutionen müssen durch anhaltende Bewegung den zum Ersatz der verlorenen Wärme nöthigen Sauerstoff dem Körper hinzuführen. Starkes und anhaltendes Sprechen und Singen, das Schreien der Kinder, feuchte Luft, alles dies übt einen bestimmten nachweisbaren Einfluß auf die Menge der zu genießenden Speise aus.

Der ungleiche Wärmeverlust im Sommer und Winter, in einem warmen oder kalten Klima, ist nicht die einzige der Bedingungen, welche ungleiche Maße von Nahrung nöthig machen; es giebt noch andere, welche einen ganz bestimmten Einfluß auf die Menge der zur Erhaltung der Gesundheit nothwendigen Speise ausüben.

Hierzu gehört namentlich die körperliche Bewegung und alle Art von körperlicher Arbeit und Anstrengung. Der Verbrauch an mechanischer Kraft durch den Körper ist immer gleich einem Verbrauch von Stoff in dem Körper, welcher durch die Speisen ersetzt werden muß. Dem Thiere muß, wenn es arbeitet, ein gewisses Quantum von Futter zugesetzt werden. Eine Steigerung der Arbeit und Anstrengung über eine gewisse Grenze hinaus, ohne eine entsprechende Vermehrung der Nahrung, ist auf die Dauer hin nicht möglich; die Gesundheit des Thieres wird dadurch gefährdet.

Der Verbrauch an Körpertheilen oder der Kraftverbrauch steht aber immer in einem gewissen Verhältniß zu dem Sauerstoffverbrauch im Athmungsproceß, und die Menge des in einer gegebenen Zeit in den Körper aufgenommenen Sauerstoffs bestimmt in allen Jahreszeiten und in allen Klimaten der Welt das zur Wiederherstellung des Gleichgewichts nöthige Maß der Speisen.

Während der Arbeiter bei gleichem Kraft- und Sauerstoffverbrauch im Winter dem Wärmeverlust durch wärmende Kleidung (schlechte Wärmeleiter) vorbeugen muß, arbeitet er im Sommer in Schweiß gebadet. Ist die Menge der genossenen Nahrung und des aufgenommenen Sauerstoffs gleich, so ist auch die Menge der entwickelten Wärme gleich.

Der ganze Respirationsproceß erscheint in völliger Klarheit, wenn wir den Zustand eines Menschen oder Thieres bei Enthaltung von aller Speise in's Auge fassen. Die Athembewegungen bleiben ungeändert, es wird nach wie vor Sauerstoff aus der Atmosphäre aufgenommen und Kohlensäure und Wasserdampf ausgeathmet. Wir wissen mit unzweifelhafter Bestimmtheit, woher der Kohlen- und Wasserstoff stammt, denn mit der Dauer des Hungers sehen wir den Kohlen- und Wasserstoff des Körpers sich vermindern.

Die erste Wirkung des Hungers ist ein Verschwinden des Fettes; dieses Fett ist weder in den sparsamen Fäces, noch im Urin nachweis-

bar, sein Kohlen= und Wasserstoff sind durch Haut und Lunge in der Form einer Sauerstoffverbindung ausgetreten; es ist klar, diese Bestandtheile haben zur Respiration gedient.

Jeden Tag treten 65 Loth Sauerstoff ein, und nehmen beim Austreten einen Theil von dem Körper des Hungernden mit. Currie sah einen Kranken, der nicht schlingen konnte, während eines Monats über 100 Pfund an seinem Gewichte verlieren, und ein fettes Schwein, das durch einen Bergsturz verschüttet wurde, lebte 160 Tage ohne Nahrung und hatte über 120 Pfund am Gewichte verloren. (Martell in den Transactions of the Linnean Soc. Vol. XI. p. 411.)

Das Verhalten der Winterschläfer, so wie die periodenweise Ansammlung von Fett bei anderen Thieren, von Fett, das in anderen Perioden ihres Lebens verschwindet, ohne eine Spur zu hinterlassen, alle diese wohlbekannten Thatsachen beweisen, daß der Sauerstoff in dem Respirationsproceß eine Auswahl unter den Stoffen trifft, die sich zu einer Verbindung mit ihm eignen. Der Sauerstoff verbindet sich mit denjenigen Stoffen zuerst und vorzugsweise, welche die größte Anziehung zu demselben haben.

Bei Hungernden verschwindet aber nicht allein das Fett, sondern nach und nach alle der Löslichkeit fähigen festen Stoffe. In dem völlig abgezehrten Körper der Verhungerten sind die Muskeln dünn und mürbe, der Contractilität beraubt; alle Theile des Körpers, welche der Auflösung fähig waren, haben dazu gedient, um den Rest der Gebilde vor der Alles zerstörenden Wirkung der Atmosphäre zu schützen; zuletzt nehmen die Bestandtheile des Gehirns Antheil an diesem Oxydationsproceß, es erfolgt Wahnsinn, Irrreden und der Tod, daß heißt, aller Widerstand hört völlig auf, es tritt der chemische Proceß der Verwesung ein, alle Theile des Körpers verbinden sich mit dem Sauerstoff der Luft.

Die Zeit, in welcher ein Verhungernder stirbt, richtet sich nach dem Zustand der Fettleibigkeit, nach dem Zustand der Bewegung (Anstrengung und Arbeit), nach der Temperatur der Luft, und ist zuletzt abhängig von der Gegenwart oder Abwesenheit des Wassers. Durch die Haut und Lunge verdunstet eine gewisse Menge Wasser, durch deren Austreten, als der Bedingung aller Vermittelung von Bewegungen, der Tod beschleunigt wird. Es giebt Fälle, wo bei ungeschmälertem Wassergenuß der Tod erst nach 20, in einem Falle erst nach 60 Tagen erfolgte.

In den meisten chronischen Krankheiten erfolgt der Tod durch die nämliche Ursache: durch die Einwirkung der Atmosphäre. Wenn die Stoffe fehlen, welche in dem Organismus zur Unterhaltung des Respirationsprocesses bestimmt sind, wenn die Organe des Kranken ihre Function versagen, wenn sie die Fähigkeit verlieren, zu ihrem eigenen Schutz die genossenen Speisen in den Zustand zu versetzen, in dem sich ihre Bestandtheile mit dem Sauerstoff der Luft zu verbinden vermögen, so wird ihre eigene Substanz, das Fett, das Gehirn, die Substanz der Muskeln und Nerven dazu verwendet. Die von außen wirkende Ursache des Todes ist in diesen Fällen der Respirationsproceß, die Einwirkung der Atmosphäre. Mangel an Nahrung, an Fähigkeit, sie zu Bestandtheilen des Organismus zu machen, ist Mangel an Widerstand; es ist die negative

Ursache des Aufhörens der Lebensthätigkeit. Die Flamme geht aus, weil das Oel verzehrt ist: es ist der Sauerstoff der Luft, der es verzehrt hat.

In manchen Krankheitszuständen erzeugen sich Stoffe, die zur Assimilation nicht verwendbar sind; durch bloße Enthaltung von Speisen werden sie aus dem Körper entfernt, sie verschwinden, ohne eine Spur zu hinterlassen, indem ihre Bestandtheile mit dem Sauerstoff der Luft in Verbindung treten. Von dem Augenblick an, wo die Function der Haut oder Lunge eine Störung erleidet, erscheinen kohlenstoffreichere Stoffe im Urin, der seine gewöhnliche Farbe in braun umändert.

Sehr viele, vielleicht die Mehrzahl aller chronischen Krankheiten der Menschen sind bedingt durch ein Mißverhältniß oder ein gestörtes Verhältniß der Verrichtungen der Verdauungs- und Excretionsorgane in ihren Beziehungen zu der Lunge. Wenn wir den trivialen Vergleich mit dem Ofen festhalten, so weiß Jedermann, daß die Anhäufung von Ruß in dem Schornstein, oder die Ueberladung des Heerdes mit Brennmaterial die Functionen des Feuerheerdes unterbricht, daß diese eine Verstopfung des Rostes bewirken, durch welchen die Luft Zutritt zu dem Feuerraume hat.

In der so unendlich vollkommenen Maschine, welche der thierische Organismus darstellt, besteht zwischen der Lunge, dem Darmkanal und den Nieren ein vollkommen gleiches Verhältniß der Abhängigkeit.

Einsichtsvolle und erfahrene Aerzte haben längst erkannt, daß die Nieren und der Mastdarm die Regulatoren des Athmungsprocesses sind. Der Mastdarm ist ein Organ der Secretion, er ist der Rauchfang des Organismus, die stinkenden Bestandtheile der Fäces sind der durch den Mastdarm von dem Blute abgesonderte Ruß, der Harn enthält die in Wasser, alkalischen oder sauren Flüssigkeiten löslichen Bestandtheile des Rauches. Die Ansicht, daß die Fäces aus Stoffen bestehen, die sich in Fäulniß befinden, und daß sie ihren Geruch diesem Zustande verdanken, ist vollkommen irrig; hierüber angestellte Versuche beweisen, daß die Fäces der Kuh, des Pferdes, des Schafes und die von gesunden Menschen sich nicht in Fäulniß befinden; kein faulender Stoff besitzt einen diesen Ausleerungen ähnlichen Geruch und alle diese Riechstoffe lassen sich in ihrer ganzen ekelerregenden Eigenthümlichkeit künstlich durch Oxydationsprocesse aus Albumin, Fibrin &c. hervorbringen. Der Pferde- und Kuhharn enthält zuletzt eine Substanz in beträchtlicher Menge, welche durch Einwirkung von Säuren einen pechartigen, dem Theer in seiner äußeren Beschaffenheit ganz gleichen Körper und als bemerkenswerthestes Product den Hauptbestandtheil des gewöhnlichen Holztheers und Kreosots, Carbolsäure oder Phenylhydrat liefert.

Durch das gleichzeitige und harmonische Zusammenwirken der Hauptorgane der Secretion wird das Blut in der zu dem Ernährungsproceß geeigneten Mischung und Reinheit erhalten; das Vielessen, welches in allen Gegenden der Erde mit Neigung geübt wird, ist einer Ueberladung des Heerdes mit Brennmaterial gleich; in dem Körper vollkommen gesunder Individuen bringt ein kleiner Ueberschuß von Stoffen, welche von dem Magen aus in die Blutcirculation gelangen, demohngeachtet keine Störung in den Lebensfunctionen hervor, weil der Theil derselben,

welchen in einer gegebenen Zeit der Athmungsproceß nicht verbraucht, mehr oder weniger verändert durch den Mastdarm oder die Nieren aus dem Körper entfernt wird. Der Mastdarm und die Nieren unterstützen sich in dieser Verrichtung gegenseitig. Wenn in Folge der Ueberladung des Blutes und damit eines Mangels an Sauerstoff der Harn durch ein Uebermaß von unverbrannten organischen Stoffen dunkel gefärbt und (durch Harnsäure) trübe wird, so ist dies häufig ein Merkzeichen der mangelnden Thätigkeit des Mastdarms, und in diesem Fall stellt in der Regel ein einfaches Purgirmittel, durch dessen Wirkung die unvollkommen oxydirten Stoffe aus dem Blute entfernt werden, das gestörte Verhältniß zum eingeathmeten Sauerstoff wieder her, der Harn erlangt seine gewöhnliche Durchsichtigkeit und Farbe wieder. (Prout.)

Die Lunge ist an sich ein passives Organ; der in derselben vorgehende Hauptproceß wird nicht wie in den Drüsen und Secretionsorganen durch eine innere, sondern durch eine äußere Ursache bedingt, in ihr selbst fehlt die mächtige Thätigkeit, welche in anderen Organen äußeren Störungen entgegenwirkt und sie aufhebt. Das bloße Einathmen von Staub (von organischen oder unorganischen festen Theilen) bedingt organische Absätze in dem Gewebe der Lunge, welche in ganz gleicher Weise durch innere Ursachen sich erzeugen. Rauch und Ruß häufen sich in der Lunge oder den Geweben in der Form abnormer Gebilde an in allen Fällen, wo die normalen Verrichtungen des Darms und der Nieren durch Krankheitsursachen gehemmt oder unterdrückt sind.

Zwischen der Lunge und Leber beobachten wir ein ganz ähnliches Verhältniß der Abhängigkeit. In den niederen Thieren wie im Fötus steht die Größe der Leber im umgekehrten Verhältniß zu den unentwickelten oder unvollkommen entwickelten Respirationsorganen, und auch in den höheren Thierclassen entspricht in der Regel in gesunden Individuen eine kleine Lunge einer großen Leber (Tiedemann). In grobem Umrisse gezeichnet ist die Leber das Magazin für die zur Respiration dienenden Stoffe, es ist die Werkstätte, in welcher dieselben die für die Wärmeerzeugung geeignete Form und Beschaffenheit erhalten. Die Leber ist klein bei stärker entwickelter Lunge; je rascher und vollkommener der Brennstoff verbraucht wird, desto weniger häuft sich im Magazin davon an, und dessen Umfang steht mit der Schnelligkeit des Verbrauchs in der bestimmtesten Beziehung.

Die Respiration ist das fallende Gewicht, die gespannte Feder, welche das Uhrwerk in Bewegung erhält, die Athemzüge sind die Pendelschläge, die es reguliren. Wir kennen bei unseren gewöhnlichen Uhren mit mathematischer Schärfe die Aenderungen, welche durch die Länge des Pendels oder durch äußere Temperatur ausgeübt werden auf ihren regelmäßigen Gang; allein nur von Wenigen ist in seiner Klarheit der Einfluß erkannt, den die Luft und Temperatur auf den Gesundheitszustand des menschlichen Körpers ausüben, und doch ist die Ausmittelung der Bedingungen, um ihn im normalen Zustand zu erhalten, nicht schwieriger als bei einer gewöhnlichen Uhr.

## Achtundzwanzigster Brief.

Die Veränderungen, welche die atmosphärische Luft in dem Athmungsproceß erleidet, sind in der neueren Zeit mit großer Sorgfalt untersucht worden, und es ist die Bekanntschaft mit den gewonnenen Erfahrungen für die Gesundheitspflege von Wichtigkeit.

Die Lungen, als die Werkstätte des Athemprocesses, bestehen aus einer baumförmigen Verzweigung von immer feiner werdenden Röhren, deren letzte Reiser mit kleinen Bläschen, den sogenannten Luftzellen blind enden, und durch die Luftröhre mit der Mund- und Nasenhöhle und der äußeren Luft in Gemeinschaft stehen. Die Wandungen der Luftzellen sind von einem engen Netzwerk höchst feiner Blutgefäße durchzogen, so daß die in den Lungenzellen enthaltene Luft nur durch eine ausnehmend feine Haut von dem Blute getrennt ist, und beide durch die Flüssigkeit, welche die Gefäßwände von dem Blute aus tränkt, in unmittelbarer Berührung stehen. Die feineren Blutgefäße vereinigen sich allmälig zu größeren Zweigen und Aesten und münden in einzelnen großen Stämmen im Herzen. Das Herz ist durch eine Scheidewand in eine rechte und linke Hälfte getheilt, deren jede wieder in eine Vorkammer und eine Herzkammer zerfällt, die durch eine weite, aber mit Klappen versehene Oeffnung in Verbindung mit einander stehen. Die Zusammenziehung des Herzens ist die nächste Ursache der Blutbewegung. Durch die Zusammenziehung der rechten Herzkammer wird das aus der rechten Vorkammer und den Venen in dieselbe einströmende Blut durch die sogenannten Lungenarterien in die Lunge getrieben und kehrt aus der Lunge durch die Stämme der sogenannten Lungenvenen in die linke Vor- und Herzkammer zurück, von wo aus es durch die Zusammenziehung der letzteren durch den großen Pulsaderstamm, die Aorta, in die Verzweigungen des Arteriensystems des ganzen Körpers gepreßt wird. Durch die Venen kehrt es als venöses Blut in die rechte Vor- und Herzkammer zurück, um diesen Kreislauf, so lange das Leben dauert, auf's neue zu machen. Die Zusammenziehung der Herzkammern macht den Herzschlag und in den Arterienstämmen den Puls aus. Mit jedem Herzschlage bewegt sich von dem Herzen durch die Blutgefäße der Lunge beim erwachsenen Menschen, nach dem Inhalte der rechten Herzkammer berechnet, eine Blutmenge, welche von den Physiologen auf 5 bis 6 Unzen (Volkmann) geschätzt wird, und es fließt demnach durch die Lunge in

einer Minute (auf welche man im Mittel 72 Herzschläge rechnet) die erstaunlich große Menge von über 22 bis 27 Pfund Blut. Dies ist zweimal die ganze Menge Blut, welche der Körper eines Mannes enthält. (Bischoff.)

Während das Blut mit einer so großen Geschwindigkeit durch die Blutgefäße der Lunge strömt, wechselt auf der anderen Seite durch die Athembewegungen unaufhörlich die Luft in den Luftzellen; in gesundem ruhigen Zustande kommen auf die Minute 15 bis 16, im Zustand mäßiger Bewegung 20 Athemzüge; bei stärkerer Bewegung nimmt die Stärke und Tiefe so wie die Schnelligkeit der Athemzüge zu. Die Menge der ausgeathmeten Luft ist nach der Größe des Individuums und der Geräumigkeit der Brusthöhle verschieden; man kann aber annehmen, daß ein erwachsener Mensch im Mittel $1/2$ Litre (= 500 Cubikcentimeter = 32 hess. oder 30 bis 31 engl. Cubikzoll) Luft ausathmet, bei starken und tiefen Athemzügen können bis zu 60 Cubikzoll ein- und ausgeathmet werden.

Die menschlichen Lungen behalten beim gewöhnlichen Ausathmen sechs- bis achtmal so viel Luft in ihren Zellen zurück, als mit jedem Athemzuge umgewechselt wird. Die eintretende frische Luft mischt sich mit der Luft in den Luftzellen, bei jedem Ausathmen wird ein Theil dieser letzteren ausgetrieben und ihr Raum von frischer Luft eingenommen.

In dem unendlich feinen Gefäßnetze der Lungen kommt demnach eine ungeheure Oberfläche von venösem Blute durch die Wände der Luftzellen in Berührung mit der eigeathmeten Luft; es erleidet unter diesen Umständen sogleich eine mächtige Veränderung, die dunkele, beinahe schwarzrothe Farbe des venösen Blutes verwandelt sich in die hochrothe des arteriellen Blutes, und an die neuen Eigenschaften, welche das Blut in diesem durch die Berührung mit der Luft vermittelten Farbwechsel gewinnt, ist die Fortdauer der Lebensfunctionen und des Lebens auf's engste geknüpft.

Gleichzeitig mit diesem Farbwechsel erleidet die Luft eine wesentliche Aenderung in ihrer Zusammensetzung, die wir jetzt näher betrachten wollen.

Die Hauptbestandtheile der atmosphärischen Luft sind Sauerstoff, Stickgas, eine kleine Menge kohlensaures Gas und Ammoniakgas, und außer diesen kaum nachweisliche Spuren von verbrennlichen Gasen; stets enthält die Luft eine gewisse sehr wechselnde Menge Feuchtigkeit.

Die Mittel, welche die Chemiker anwenden, um die Bestandtheile der Luft ihrer Menge nach zu bestimmen, sind von der größten Einfachheit. Das Kalihydrat oder sogenannte kaustische Kali absorbirt sein mehr als hundertfaches Volum kohlensaures Gas, und es ist leicht verständlich, daß man in der Gewichtszunahme einer Röhre, die damit gefüllt ist und durch welche man einen Cubikfuß trockener Luft z. B. langsam geleitet hat, genau erfährt, wie viel kohlensaures Gas dieser Cubikfuß Luft enthielt. Aehnlich wie die Kohlensäure gegen Kalihydrat verhält sich der Sauerstoff der Luft gegen glühendes Kupfer, und wenn man einen Cubikfuß trockener, kohlensäurefreier Luft durch eine glühende Röhre leitet, welche mit reinen Kupferdrehspänen angefüllt ist, so bleibt

aller Sauerstoff beim Kupfer, und die Gewichtszunahme der Röhre giebt genau den Sauerstoffgehalt in diesem Cubikfuß Luft an, dessen Totalgewicht ebenfalls bekannt ist. (Dumas.)

In dieser Weise hat man ermittelt, daß die trockene, kohlensäurefreie Luft in 1000 Gewichtstheilen 231 Theile Sauerstoffgas enthält, der Rest ist Stickgas. Da das Sauerstoffgas etwas schwerer ist als ein gleiches Volum Stickgas, so erhält man für die Verhältnisse der Bestandtheile der Luft dem Volum nach andere Zahlen. In 100 Volumtheilen Luft sind 21 Volum Sauerstoffgas (genau 20,90, Dumas, Brunner, Bunsen, Regnault), und in gewöhnlicher atmosphärischer Luft im Mittel 1 Volum Kohlensäuregas in 2000 Volum oder $^3/_4$ Gewichtstheile in 1000 Gewichtstheilen Luft enthalten.

Die ausgeathmete Luft ist in ihrer Zusammensetzung von der atmosphärischen Luft sehr verschieden.

Bringt man in eine Glasröhre, welche an dem einen Ende verschlossen, in gleiche Volumtheile eingetheilt und mit trockener ausgeathmeter Luft angefüllt ist, starke Kalilauge (etwa $^1/_{40}$ von dem Volum der Luft), so nimmt das Luftvolum sogleich ab, indem die vorhandene Kohlensäure von dem Kali hinweggenommen wird; läßt man jetzt zu der nämlichen Kalilauge eine concentrirte Auflösung von Pyrogallussäure treten (die Hälfte etwa vom Volum der Kalilauge), so absorbirt diese Mischung den Sauerstoff der Luft mit eben der Schnelligkeit, wie dies vom metallischen Kupfer in der Glühhitze geschieht; es entsteht eine neue Volumabnahme der Luft, welche genau ihrem Sauerstoffgehalte entspricht; das rückbleibende Gas ist der Stickstoff der Luft.

In dieser Weise findet man, daß 100 Volumtheile ausgeathmeter Luft bei gewöhnlichen normalen Athemzügen 4$^1/_2$ bis 5 Volum Kohlensäure und 16$^1/_2$ bis 15 Volum Sauerstoff enthalten. Die im Anfang ausgeathmete Luft enthält weniger, bei sehr tiefen Athemzügen noch mehr kohlensaures Gas, in manchen Fällen fand man 8$^1/_2$ bis 9 Procent.

Der Sauerstoffgehalt der reinen Luft wird demnach bei Berührung mit dem Blute in den Lungen um $^1/_5$ bis $^1/_4$ vermindert, der Kohlensäuregehalt über hundertmal größer. Es ist augenscheinlich, daß der Uebergang des venösen Blutes in arterielles Blut, der Farbwechsel desselben, auf einer Abscheidung von kohlensaurem Gas, welches an die Luft tritt, und einer Absorption des Sauerstoffs, der sich mit gewissen Bestandtheilen des Blutes verbindet, beruht. Eine gewisse Menge Sauerstoff tritt aus der Luft in das Blut, an die Stelle dieses Sauerstoffs empfängt die Luft ein in der Regel etwas kleineres Volum kohlensaures Gas.

Der Kohlensäuregehalt der ausgeathmeten Luft ist nach den Untersuchungen von Prout bei völliger Gemüthsruhe, bei mäßiger Bewegung und bei niedrigem Barometerstand größer; im Allgemeinen vermindert sich der procentische Gehalt der Luft an dieser Säure bei raschem und häufigem Athemholen, aber die ganze Quantität der in einer gegebenen Zeit ausgeathmeten Kohlensäure ist in letzterem Fall weit größer. Nach den hierüber angestellten Beobachtungen hat man gefunden, daß bei 6 Athemzügen in der Minute die ausgeathmete Luft 5,7 Procent, bei

12 Athemzügen 4,1, bei 24 Athemzügen 3,3, bei 48 Athemzügen 2,9 Procent kohlensaures Gas enthält; in 6 Ausathmungen in der Minute betrug die Menge der ausgeathmeten Kohlensäure 11 Cubikzoll (171 Cubikcentimeter); diese Quantität stieg bei 12 Ausathmungen auf 25¹/₃ Cubikzoll (396 Cubikcentimeter), bei 48 Ausathmungen auf 44¹/₂ Cubikzoll (696 Cubikcentimeter). (Vierordt.)

Der Einfluß der stärkeren rascheren Athembewegungen auf den Respirationsproceß ist hiernach evident, durch sie wird in einer gegebenen Zeit eine mächtigere Ausscheidung der Kohlensäure oder Entkohlung des Blutes bewirkt.

Es ist kaum zu bezweifeln, daß mit der Zunahme oder Abnahme der Kohlensäure die Menge des in das Blut übergehenden Sauerstoffs im Verhältniß steht, daß mithin das Blut in eben der Zeit mehr Sauerstoff empfängt als es mehr Kohlensäure an die Luft abgiebt.

Das mit Luft geschüttelte Blut nimmt aus derselben über 10 Procent von seinem Volum Sauerstoffgas auf, und es kann dieses Gas durch Schütteln mit überschüssigem kohlensauren Gas sehr nahe vollständig wieder ausgetrieben werden. Wird das mit Kohlensäure gesättigte Blut mit Luft geschüttelt, so tritt jetzt Kohlensäure aus, an deren Platz wieder Sauerstoff aufgenommen wird, der durch Kohlensäuregas in gleicher Weise verdrängt werden kann.*)

*) Ueber die Form, in welcher der absorbirte Sauerstoff in dem Blute enthalten ist, stehen sich zwei Ansichten entgegen; die eine Ansicht betrachtet die Abscheidbarkeit des Sauerstoffgases durch überschüssiges kohlensaures Gas als einen schlagenden Beweis, daß dieser Sauerstoff nicht chemisch mit dem Blute verbunden, sondern nur absorbirt in ihm enthalten sei, aber dieser Ausdruck für diese Erscheinung ist entschieden unrichtig. Während nämlich 1000 Volum Wasser mit Luft geschüttelt und vollständig damit gesättigt nur 9¹/₄ Volum Sauerstoff und 18¹/₂ Volum Stickgas (Gay Lussac) absorbiren, nehmen 1000 Volum Blut nach den vortrefflichen Versuchen von Magnus 100 bis 130 Volum Sauerstoff und nur 17 bis 33 Volum Stickgas auf. Es ist hiernach einleuchtend, daß das von dem Blute absorbirte Sauerstoffgas nur zu einem Theile in der Flüssigkeit absorbirt enthalten sein kann; denn die Flüssigkeit im Blute ist Wasser, von dem wir wissen, daß es in gleichen Verhältnissen elf- bis vierzehnmal weniger Sauerstoffgas absorbirt; wir müssen im Gegentheil annehmen, daß die größere Absorptionsfähigkeit bedingt ist durch gewisse Bestandtheile desselben, welche zu dem Sauerstoff mehr Verwandtschaft als das Wasser besitzen. Der Grad der Anziehung, mit welcher der Sauerstoff in der Verbindung, die er im Blute eingeht, zurückgehalten wird, ist sehr gering, aber dies ist kein Grund zu glauben, derselbe sei nicht chemisch damit verbunden. Wir können die Absorptionsfähigkeit des Wassers für viele Gase erhöhen, wenn wir demselben Materien zusetzen, welche zu dem Gas eine wenn auch noch so schwache chemische Verwandtschaft besitzen; wenn wir dem Wasser z. B. phosphorsaures Natron zusetzen, so nimmt dessen Absorptionsvermögen für kohlensaures Gas zu; bei einem Gehalte von 1 Procent von diesem Salze nimmt diese Flüssigkeit jetzt doppelt so viel kohlensaures Gas auf, als das reine Wasser für sich unter gewöhnlichem Luftdruck aufgenommen haben würde. Eine Lösung von Eisenvitriol im Wasser nimmt bis vierzigmal mehr Stick-

Aus arteriellem Pferdeblut, welches nicht mit Luft geschüttelt, sondern frisch aus den Adern mit Kohlensäure gesättigt worden war, erhielt

---

oxydgas auf als reines Wasser. Aus beiden Flüssigkeiten entweichen die aufgenommenen Gase im luftleeren Raum, ja sie lassen sich daraus wieder austreiben, aus der ersteren durch bloßes Schütteln mit Luft, aus der anderen beim Schütteln mit kohlensaurem Gas. Niemand denkt daran, dieses Verhalten, welches dem des Blutes so ähnlich ist, als einen Beweis anzusehen, daß die Kohlensäure in der Lösung des phosphorsauren Natrons, oder das Stickoxydgas in der Lösung des Eisenvitriols nur absorbirt und nicht in einer chemischen Verbindung enthalten sei, weil man weiß, daß das Auflösungsvermögen des Wassers in diesen Fällen abhängig ist von der Menge der aufgelösten Salze. Wenn aber die Menge des absorbirten Gases in einem bestimmten Verhältnisse zunimmt mit dem Salzgehalt der Lösung, so ist es vollkommen gewiß, daß dessen Absorption abhängig ist von dem Salze und nicht von dem Wasser.

Es giebt zwei Ursachen, von welchen die Absorption eines Gases oder das Absorptionsvermögen einer Flüssigkeit abhängig ist; die eine derselben ist ein Druck auf das Gas, welches sich in Berührung mit einer Flüssigkeit befindet, dies ist eine äußere Ursache, die andere ist eine chemische Anziehung, welche von den Theilen oder Bestandtheilen einer Flüssigkeit aus wirkt.

In allen den Fällen, in welchen ein Gas in einer Flüssigkeit nicht in einer chemischen Verbindung, sondern nur absorbirt enthalten ist, ist die Menge des absorbirten Gases lediglich abhängig von dem äußeren Druck, sie nimmt ab und zu, wie dieser Druck steigt oder abnimmt. Wenn in den erwähnten Fällen die Lösung des phosphorsauren Natrons bei gewöhnlichem Luftdruck durch Schütteln mit Kohlensäure mit diesem Gas gesättigt worden ist (und doppelt so viel Kohlensäure aufgenommen hat, wie Wasser bei gewöhnlichem Luftdruck aufnimmt), so nimmt, wenn der Druck verdoppelt wird, das Absorptionsvermögen der Lösung nicht in gleichem Verhältniß, sondern in einem weit kleineren Verhältnisse zu; die gesättigte Lösung des phosphorsauen Natrons verhält sich jetzt gegen kohlensaures Gas unter doppeltem Druck wie Wasser, welches bei einfachem mit Kohlensäure gesättigt worden ist, die Zunahme der Kohlensäure-Absorption ist für sie nicht stärker wie für reines Wasser, weil die chemische Anziehung, welche im Anfang das Absorptionsvermögen des Wassers erhöhte, nicht fortwirkt, sondern mit ihrer Wirkung (der Hervorbringung einer chemischen Verbindung) aufhört eine zweite Wirkung hervorzubringen. In gleicher Weise verhält sich die mit Stickoxydgas gesättigte Auflösung des Eisenvitriols gegen dieses Gas bei höherem Druck. Wenn 100 Volum einer solchen Auflösung bei einfachem Druck mit 100 Volum Stickoxydgas gesättigt sind, so absorbirt dieselbe Flüssigkeit bei zweifachem Druck nicht 100 Volum mehr von diesem Gas, sondern nur 10 Volum, nicht mehr wie reines Wasser unter denselben Umständen aufnimmt.

Mit diesen Flüssigkeiten in vollkommenster Uebereinstimmung verhält sich das Blut. Wäre der Sauerstoff im Blute nur absorbirt zugegen, so müßte das Blut, wenn es aus Luft, welche nur $\frac{1}{5}$ Sauerstoff enthält, 12 Procent Sauerstoff aufnimmt, unter doppeltem Druck die doppelte, unter dreifachem Druck die dreifache Menge, und mit reinem Sauerstoffgas geschüttelt nahe die fünffache aufnehmen.

So lange der Beweis nicht geführt ist, daß das Auflösungsvermögen des Blutes für den Sauerstoff in dieser Weise mit dem Drucke wechselt, muß

Magnus über 10 Procent seines Volums Sauerstoffgas. In dieser Behandlung nimmt das Blut abwechselnd die hochrothe Farbe des arteriellen oder die dunkel purpurrothe des venösen Blutes an.

Diese Thatsachen beweisen, daß Kohlensäure und Sauerstoffgas in Beziehung auf ihre Wirkung auf das Blut einander entgegengesetzt sind; es findet eine Austreibung der Kohlensäure und eine Aufnahme von Sauerstoff statt, wenn die Luft außerhalb eine gewisse Menge Sauerstoffgas enthält; enthält die Luft ein Uebermaß von Kohlensäure, so wird ganz im Gegentheil der Sauerstoff ausgetrieben; sind beide in einem gewissen Verhältniß in der Luft enthalten, so müssen sie sich gegenseitig im Gleichgewichte halten; das Blut wird keine Veränderung erleiden, und in diesem Falle das venöse Blut nicht in arterielles übergeführt werden.

Wenn ferner die Menge des in das Blut überhaupt aufnehmbaren Sauerstoffs in einem gewissen Verhältniß abhängig ist von der Quantität der austretenden Kohlensäure, so ist von selbst klar, daß die Vermehrung des Sauerstoffgehaltes der Luft ohne allen Einfluß auf den Respirationsproceß sein muß. Diese bemerkenswerthe Thatsache haben die Herren Regnault und Reiset in ihren bewundernswürdigen Versuchen festgestellt. Sie fanden, daß Thiere, welche in einer Luft längere Zeit (22 bis 24 Stunden) athmeten, welche zwei- bis dreimal mehr Sauerstoff enthielt, als die atmosphärische Luft, keine Art von Beschwerde fühlten, und daß die Respirationsproducte ihrem Verhältniß und ihrer Menge nach genau dieselben waren, als wenn die Thiere in normaler Luft athmen. Diese, sowie die Versuche von Magnus beweisen, daß die Lunge nicht der eigentliche Sitz der Kohlensäurebildung oder eine Wärmequelle, ähnlich einem Feuerheerde, ist, sondern daß in dem arteriellen Blut ein Sauerstoffstrom durch den Körper fließt, der auf seinem Wege durch die feinsten Gefäße die Bildung von Oxydations- oder Verbrennungsproducten, darunter die der Kohlensäure,

---

angenommen werden, daß die Ursache der Absorption desselben vom Blute bedingt ist durch eine chemische Anziehung, durch deren Wirkung eine chemische Verbindung im Blut gebildet wird. Die Versuche von Regnault und Reiset, in welchen Thiere in weit sauerstoffreicherer Luft athmeten, so wie der Umstand, daß in großen Höhen, welche wie die Hochebenen Centralamerika's bewohnt sind, der Athmungsproceß in derselben Weise vor sich geht wie am Ufer des Meeres, beweisen, daß die von dem Blute aufnehmbare Sauerstoffmenge eine constante Größe und bis zu einer gewissen Grenze unabhängig von dem äußeren Drucke ist. In der Umgebung des Piticaco-See's wohnen in der Stadt Puno in einer Höhe von 12000 Fuß über dem Meere 15000 Menschen. Die Stadt Potosi in Bolivia in einer Höhe von 12600 Fuß hat 30000 Bewohner; in diesen Gegenden athmen die Menschen kaum mehr als $^2/_3$ der absoluten Menge Sauerstoff ein, welche mit jedem Athemzuge an dem Ufer des Meeres in die Lunge tritt, und es ist von selbst klar, daß, wäre die Menge des absorbirten Sauerstoffgases in gleichem Verhältniß verschieden, eine solche Aenderung einen wesentlichen Einfluß auf die Lebensfunctionen äußern würde, welcher nicht unbemerkt hätte bleiben können.

und damit ein Freiwerden von Wärme bedingt. Das Verhältniß der Abhängigkeit der Sauerstoffaufnahme von der Kohlensäurebildung und Ausscheidung scheint ferner zu beweisen, daß beide in dem Blute einerlei Träger, nämlich die Blutkörperchen haben, daß diese den Sauerstoff der Luft in der Lunge, und in der Circulation des Blutes die gebildete Kohlensäure aufnehmen, woraus sich dann von selbst ergiebt, daß diese Blutkörperchen nicht mehr Sauerstoff aufnehmen können, als sie Kohlensäure abgegeben haben, eben weil das eine Gas den Platz des anderen einnimmt, und weil beide gleichzeitig sich nicht an demselben Platze befinden können, sondern sich gegenseitig verdrängen.

Es ist ferner einleuchtend, daß der Kohlensäuregehalt der Luft ein Haupthinderniß der Kohlensäureausscheidung aus dem Blute und damit ein Haupthinderniß der Sauerstoffabsorption ist. Wenn der Kohlensäuregehalt der Luft zunimmt, so wird, auch wenn der Sauerstoffgehalt derselbe bleibt, die Absorption des letzteren beeinträchtigt; nur durch eine entsprechende Vermehrung des Sauerstoffgehaltes würde diese schädliche Wirkung der Kohlensäure aufgehoben werden können. Ein solches Zunehmen des Sauerstoffs findet in gewöhnlichen Umständen niemals statt; aber Regnault und Reiset haben beobachtet, daß Thiere in Luft, welche anderthalbmal bis doppelt so viel Sauerstoff als die gewöhnliche Luft enthielt, bei einem Gehalt derselben an 17 bis 23 Procent Kohlensäure, athmen konnten, ohne daß nach 22 bis 26 Stunden nachtheilige Wirkungen wahrgenommen wurden. Ein solcher Gehalt von Kohlensäure in gewöhnlicher Luft wirkt absolut tödtlich.

Die Erfahrung, daß Menschen und Thiere beim Einathmen von reinem kohlensauren Gas sehr rasch sterben, während sie in Stickgas und Wasserstoffgas verhältnißmäßig länger am Leben bleiben, erklärt sich eben daraus, daß in einer Atmosphäre von Kohlensäure das Blut keine Kohlensäure abgiebt, sondern im Gegentheil noch aufnimmt, wodurch der im venösen Blute enthaltene geringe Antheil Sauerstoff aus dem Blute abgeschieden, jedenfalls dessen vitale Function sehr gehindert oder aufgehoben wird.

Die günstigste Bedingung einer raschen und vollkommenen Bildung von arteriellem Blut und einer gesteigerten Kohlensäureausscheidung ist demnach ein schneller Wechsel der Luft in den Luftzellen der Lunge.

Wenn die eingeathmete Luft dieselbe Zusammensetzung besitzt wie die ausgeathmete, so wird der Zweck des Athmungsprocesses nicht mehr erfüllt. Die ausgeathmete Luft ist verbrauchte Luft, welche zum zweiten Male zu den nämlichen Functionen in der Lunge nicht mehr dienen kann; das venöse Blut wird nicht mehr in arterielles Blut verwandelt, es treten sehr bald, ganz so, wie wenn Mund und Nase verschlossen worden wären, Athembeschwerden und Erstickung ein.

Der Tod wird in diesem Falle bedingt durch zwei Ursachen; die eine ist ohne Zweifel der Mangel an Sauerstoff, die andere hingegen das kohlensaure Gas, durch dessen Gegenwart die weitere Aufnahme des Sauerstoffs gehindert ist. In einem der Versuche von Regnault und Reiset verfiel ein dreijähriger Hund in einer Luft, deren Sauerstoff-

gehalt bis auf $4^1/_2$ Procent sich vermindert hatte, bei einem Kohlensäuregehalt von $9^3/_4$ Procent in Todeskampf; an der Luft erholte er sich übrigens bald und war nach einer halben Stunde so munter wie zuvor. In diesen Versuchen wurde die ausgeschiedene Kohlensäure in dem Raume selbst, in welchem das Thier athmete, durch Kalilauge, welche gleichzeitig mit hineingebracht worden war, zum größten Theile hinweggenommen.

Wenn man auf die Minute im Zustande der Ruhe 15 Athemzüge und auf jede Ausathmung $^1/_2$ Liter Luft (= 32 hess. = 31 engl. Cubikzoll) und in der ausgeathmeten Luft 5 Procent Kohlensäure und 15 Procent Sauerstoff annimmt, so findet man leicht, daß ein Mensch in 24 Stunden 540 Liter oder $34^1/_2$ hess. Cubikfuß Kohlensäure (1 Cubikfuß hess. = 0,551 engl.) producirt und 10800 Liter oder 691 Cubikfuß Luft verbraucht.*)

In einem geschlossenen Raume von 8 Fuß Höhe, 9 Fuß Länge und 8 Fuß Breite würde ein Mensch nicht über 24 Stunden ohne Beschwerde athmen können; nach dieser Zeit würde die darin enthaltene Luft die Zusammensetzung der ausgeathmeten Luft besitzen, bei längerem Aufenthalte in dieser Luft würde ein Krankheitszustand, zuletzt der Tod sich einstellen. Lavoisier und Seguin fanden, daß der Kohlensäuregehalt der ausgeathmeten Luft, wenn sie wieder eingeathmet wird, bis zu 10 Procent vermehrt werden kann; darüber hinaus nahm aber ihre Menge nicht mehr zu, auch wenn das Athmen fortgesetzt wurde, was nur kurze Zeit ging. Diesen Kohlensäuregehalt kann man wohl als die Grenze betrachten, von welcher an das Leben eines Menschen gefährdet ist.

Fälle dieser Art, in welchen der Tod in einem für den Aufenthalt vieler Menschen unzureichenden Luftraum durch ihren Athmungsproceß herbeigeführt wurde, sind nicht selten. Einer der neuesten und beklagenswerthesten Fälle ereignete sich vor einigen Jahren auf einem Schiffe mit Auswanderern, welche während eines Sturmes an der englischen Küste in dem Schiffsraum eingesperrt sich befanden; in weniger als 6 Stunden verloren über 60 Menschen das Leben.

In einem Raume, in welchem viele Menschen athmen und in dem die Luft durch die zufälligen Oeffnungen in den Thüren und Fenstern nur unvollständig sich erneuert, zeigt die Verlängerung der Lichtflammen so wie das Trübbrennen derselben deutlich die veränderte Beschaffenheit der Luft an.

Schon die Idee, Luft einzuathmen, welche in der Lunge eines anderen, wenn auch gesunden Menschen eine Zeit lang verweilt hat, verursacht ein Unbehagen; sicher ist, daß ein Gehalt von 1 Procent Kohlensäure in der Luft ein merkliches Uebelbefinden herbeiführt, und der Nutzen einer zweckmäßig angebrachten Lufterneuerung für alle Räume, in welchen sich Menschen aufhalten, ist einleuchtend.

*) Nach den hierüber gemachten Angaben kann man diese Zahlen als das Minimum der Kohlensäurebildung betrachten; bei achtzehn Athemzügen beträgt der Sauerstoffverbrauch schon ein Fünftel mehr.

Für eine erwachsene Person sollte einem solchen Raum per Stunde mindestens sechs Cubikmeter (384 hess. = 216 engl. Cubikfuß) reine Luft zugeführt werden; in der Regel rechnet man die Hälfte mehr. In der Luft der Deputirtenkammer in Paris, deren innerer Raum 5000 Cubikmeter faßt, fand Leblanc bei Anwesenheit von 600 Personen und bei einer Ventilation von 11000 Cubikmeter per Stunde, in der ausfließenden Luft noch 1 Gewichtstheil Kohlensäure auf 400 Luft, dies ist immer noch 2½ mal mehr, als die atmosphärische Luft enthält.

Für geschlossene Räume, in Schiffen, manchen Krankenzimmern und Schlafsälen könnte durch Anwendung von Kalkhydrat die fehlende Ventilation auf eine Zeit lang mit Nutzen ersetzt werden. Die Wirkung des Kalkhydrats beruht auf dessen großem Absorptionsvermögen für kohlensaures Gas; in einem Raum, in welchem Kohlensäure enthalten ist, wird dieses Gas durch Kalkhydrat, welches auf einem Bret dünn ausgebreitet liegt, sehr rasch hinweggenommen; 1 Cubikfuß hess. Kalkhydrat (welcher feucht 18 bis 20 Pfund wiegt und 66 Procent Kalk enthält) absorbirt, um in kohlensauren Kalk überzugehen, über 1100 Liter (70 hess. oder 38,8 engl. Cubikfuß) kohlensaures Gas. In dem oben erwähnten kleinen Raume würde ein Mensch, wenn die gebildete Kohlensäure durch einige Pfunde Kalkhydrat von Anfang an hinweggenommen und ihre schädliche Wirkung in dieser Weise beseitigt würde, drei- bis viermal längere Zeit leben können.

Wenn man sich denkt, daß ein solcher Raum nicht hermetisch von der äußeren Luft abgeschlossen sei, so würde der Platz der absorbirten Kohlensäure sogleich ausgefüllt werden von einem gleichen Volum eindringender frischer Luft.

Die einzige Unbequemlichkeit, welche die Anwendung des Kalkhydrats mit sich führt, ist, daß mit der Absorption der Kohlensäure und ihrer Verbindung mit dem Kalk das Wasser des Kalkhydrats frei wird und zum Theil verdunstet, so daß man bald in einer mit Wasserdampf gesättigten Atmosphäre athmet. Den Personen, welche ein neugebautes Haus beziehen, ist diese Unannehmlichkeit wohl bekannt; es zeigt sich darin in den ersten Monaten, besonders auffallend in den Wintermonaten, ein Uebermaß von Feuchtigkeit, welche sich an Fenstern und den kalten Wänden in Tropfen verdichtet. Diese Erscheinung nimmt man in Häusern wahr, welche jahrelang der trocknenden Wirkung der Luft ausgesetzt gewesen sind, und immer erst dann, wenn sie bewohnt werden; sie rührt nicht von nässender Feuchtigkeit in den Mauern, sondern von dem im Mörtel enthaltenen trockenen Kalkhydrat her, welches die 24 Procent Wasser, welche es in chemischer Verbindung enthält, als nässende Feuchtigkeit erst abgiebt, wenn demselben, wie dies in von Menschen bewohnten Räumen in reichlichem Maße geschieht, Kohlensäure zu einem Uebergang in kohlensauren Kalk dargeboten wird. Durch Verbrennen von Holzkohlen in offenen Oefen bei geschlossenen Fenstern, vor dem Beziehen der Wohnräume neuer Häuser läßt sich dieser Uebelstand wirksam beseitigen.

Die Fortdauer des Lebens und die Erhaltung der Gesundheit und

der Temperatur des Menschen steht in der innigsten Beziehung zu dem Respirationsproceß, dessen volle Wirksamkeit abhängig ist von der constanten Zusammensetzung der atmosphärischen Luft. Wenn diese durch irgend eine Ursache vorübergehend oder dauernd sich ändert, so zeigt sich der Einfluß dieser Aenderung in einer vorübergehenden oder dauernden Störung aller Lebensfunctionen.

Der Aufenthalt in niedrig gelegenen Gegenden, in denen die Luft stagnirt, an feuchten Orten, wo sich durch Verwesungsprocesse Quellen von Kohlensäure bilden, oder in einer Luft, welche bei einer hohen Temperatur mit Feuchtigkeit gesättigt ist, ist längst als die nächste Ursache vieler Krankheiten von den Aerzten erkannt; in Schlafzimmern, in welchen sich Pflanzen befinden, welche während der Nacht Sauerstoff absorbiren und Kohlensäure aushauchen, in geschlossenen Räumen, in welchen Verbrennungsprocesse vor sich gehen, in denen z. B. viele Lichter brennen*), empfängt die atmosphärische Luft die Beschaffenheit und Zusammensetzung der ausgeathmeten Luft, durch welche der Respirationsproceß wesentlich gefährdet ist.

Es ist hervorgehoben worden, daß in dem Respirationsproceß die Menge der ausgeathmeten Kohlensäure ihrem Volum nach nicht gleich, sondern kleiner ist als das Volum des in das Blut übergegangenen Sauerstoffs. Wenn man in einem gegebenen Volum Sauerstoff Kohlenstoff verbrennt und der Sauerstoff in Kohlensäure übergeht, so ändert sich das Gasvolum nicht merklich. Die Kohlensäure enthält ihr gleiches Volum Sauerstoff. Wenn demnach der in das Blut aufgenommene Sauerstoff nur zur Bildung von Kohlensäure im Leibe verwendet werden würde, so müßten wir ein dem verbrauchten Sauerstoffvolum gleiches Kohlensäurevolum zurückerhalten; aber, wie bemerkt, der in der Kohlensäure austretende Sauerstoff beträgt weniger als der aufgenommene. Das Verhältniß des Sauerstoffs in der ausgeathmeten Kohlensäure zu der ganzen Menge des aufgenommenen Sauerstoffs ist sehr wechselnd und bis zu einer gewissen Grenze abhängig von der Nahrung; bei vegetabilischer Nahrung wird mehr, bei Fleischkost weit weniger Sauerstoff in der Kohlensäure ausgeathmet; bei Pflanzenfressern beträgt der letztere $^8/_{10}$ bis $^9/_{10}$, bei Fleischfressern etwa $^3/_4$ der ganzen Menge des eingeathmeten Sauerstoffs. Bei hungernden Thieren, gleichgiltig ob Pflanzen- oder Fleischfresser, ist dieses Verhältniß gleich und dasselbe wie bei den mit Fleisch gefütterten, offenbar ein Beweis, daß im Zustand des Hungers der in das Blut aufgenommene Sauerstoff sich in ihrem Leibe mit denselben Materien verbindet, d. h. der Athmungsproceß wird auf Kosten der Bestandtheile ihres Leibes unterhalten.

Die Frage, was aus den 10 bis 25 Procent Sauerstoff wird, welche in dem Athmungsproceß scheinbar verschwinden, beantwortet sich leicht, wenn man im Auge behält, daß der thierische Körper außer Kohlenstoff und Wasserstoff nur noch eine höchst geringe Menge Schwefel als ver-

---

*) Ein Cubikfuß Steinkohlengas verzehrt 2 bis $2^1/_2$ Cubikfuß Sauerstoff und erzeugt 1 bis 2 Cubikfuß kohlensaures Gas.

brennliche, d. h. mit dem Sauerstoff der Verbindung fähige Elemente enthält; es ist nicht zu bezweifeln, daß der größte Theil dieses Sauerstoffs zur Wasserbildung verwendet wird. In dem Verschwinden des an Wasserstoff so reichen Fettes in Hungernden, oder des Alkohols der genossenen geistigen Getränke hat man die überzeugendsten Beweise dieser Wasserbildung, und die Thatsache, daß Murmelthiere im Zustande des Winterschlafes an Gewicht durch den Respirationsproceß zunehmen, mag darin genügende Erklärung finden; in diesem Zustande genießt das Thier kein Wasser und entläßt demungeachtet von Zeit zu Zeit Wasser im Harn, nach dessen Austreten, wie sich von selbst versteht, eine Gewichtsverminderung eintritt, welche mit dem aufgenommenen und in Kohlensäure und Wasser übergegangenen Sauerstoff im Verhältniß steht.

Man kennt genau die Wärmemenge, welche beim Uebergang des Sauerstoffs in Kohlensäure oder Wasser entwickelt wird. Wenn man unter eine gewöhnliche mit Wasser gefüllte Theekanne eine brennende Weingeistlampe stellt, die letztere vor dem Anzünden wiegt und in dem Augenblick auslöscht, wenn das Wasser anfängt zu sieden; so erfährt man durch das Zurückwiegen der Spirituslampe leicht, wie viel Weingeist verbraucht d. h. verbrannt worden ist, um das Wasser auf seinen Siedepunkt zu bringen; und wenn man das Gewicht des Wassers kennt, so läßt sich durch eine sehr einfache Rechnung bestimmen, wie viel Wärmegrade ein Gewichtstheil Weingeist, ein Loth oder eine Unze bei seiner Verbindung mit dem Sauerstoffe entwickelt. In einem hierzu geeigneteren Apparate, dessen Einrichtung es gestattet, alle durch die Verbrennung erzeugte Wärme ohne Verlust in dem Wasser aufzufangen, hat man in dieser Weise gefunden, daß durch die Verbrennung einer Unze reinen Weingeistes 69 Unzen Wasser von dem Gefrierpunkte an bis auf seinen Siedepunkt erwärmt werden können. Jede Unze dieser 69 Unzen Wasser hat demnach 100 Wärmegrade empfangen, alle zusammen haben 69 mal 100 oder 6900 Wärmegrade aufgenommen. Diese Zahl 6900 drückt die Wärmemenge aus, welche durch die Verbrennung von 1 Gewichtstheil Weingeist erzeugt oder frei wurde — und zwar in Wärmegraden, welche ein bekanntes Gewicht Wasser empfängt.

In ganz ähnlicher Weise hat man die Verbrennungswärme des Kohlenstoffs und Wasserstoffs, der Steinkohlen, des Holzes, Torfs ꝛc. ermittelt; die Verbrennungswärme der Steinkohlen ist 5625; mit einem Pfunde Steinkohlen lassen sich 56¼ Pfd. Wasser vom Gefrierpunkte bis zum Sieden, oder 562½ Pfd. bis auf 10 Grade oder 5625 Pfd. Wasser auf einen Grad erwärmen. Die Wärmeeinheit ist, wie man leicht wahrnimmt, kein gewöhnlicher Thermometergrad, sondern es ist das Wärmequantum, was ein dem verbrannten gleicher Gewichtstheil Wasser empfängt, um seine Temperatur um einen Thermometergrad des hunderttheiligen Thermometers zu erhöhen.

Die Verbrennungswärme des reinen Kohlenstoffs ist beträchtlicher als die der Steinkohlen; nach den Bestimmungen von Andrews beträgt sie 7881, die des Wasserstoffs 33808 Wärmeeinheiten; durch die Verbrennung des Wasserstoffs wird Wasser, durch die des Kohlenstoffs

Kohlensäure gebildet, und da das Wasser das achtfache Gewicht des Wasserstoffs an Sauerstoff, die Kohlensäure $2^2/_3$ mal so viel Sauerstoff als Kohlenstoff enthalten, so kommen auf 1 Gewichtstheil Sauerstoff, der in Kohlensäure übergeht, 2950, und bei seinem Uebergange in Wasser 4226 Wärmeeinheiten.

Wenn man demnach den Sauerstoffverbrauch eines Thieres in 24 Stunden kennt, so wie die Menge der erzeugten Kohlensäure und die Menge des gebildeten Wassers (aus dem verschwundenen Sauerstoff), so ist es leicht, die ganze Wärmemenge zu berechnen, welche ein Thier durch seinen Athmungsproceß entwickelt. Es ist ferner verständlich, daß, wenn man ein Thier in einem passenden Apparate athmen läßt, welcher mit kaltem Wasser ganz umgeben ist, in diesem Fall durch die Temperaturzunahme des Wassers sich die Anzahl der Wärmegrade leicht bestimmen lasse, die das Thier während einer gewissen Zeit an die Umgebung abgiebt. Auf diesem Wege hat man die Gewißheit erlangt, daß die Anzahl der Wärmegrade, welche ein Thier durch den in seinem Leibe vor sich gehenden Proceß erzeugt, derjenigen sehr nahe entspricht, welche der nämliche Apparat empfangen würde, wenn man eine der ausgemittelten Kohlensäure und dem verschwundenen Sauerstoff entsprechende Menge Sauerstoffgas durch Verbrennung von Kohlenstoff und Wasserstoff in demselben in eben so viel Kohlensäure und Wasser übergeführt hätte, und die Frage nach dem Ursprung der thierischen Wärme ist damit in befriedigender Weise gelöst.

# Neunundzwanzigster Brief.

In meinem letzten Briefe habe ich es versucht, Ihnen einige Aufklärungen über die einfachen und doch so wunderbaren Functionen zu geben, welche der Sauerstoff der Atmosphäre in dem thierischen Organismus erfüllt; gestatten Sie mir heute, einige Bemerkungen über die Materien, welche den Mechanismus desselben im Gange zu erhalten bestimmt sind, über die Nahrungsmittel, hinzuzufügen.

Wenn die Zunahme an Masse in dem thierischen Körper, die Ausbildung seiner Organe und ihre Reproduction aus dem Blute, d. h. aus den Bestandtheilen desselben geschieht, so können nur solche Materien zu diesen Zwecken dienen, welche die Elemente des Blutes in der geeigneten Form und Beschaffenheit enthalten, um zu Blut zu werden. Das Blut enthält 79 bis 80 Procent Wasser und 20 bis 21 feste Bestandtheile, von welchen $1^1/_4$ bis $1^1/_2$ Procent unverbrennlich sind und nach der Einäscherung als Blutasche zurückbleiben. Der Blutkuchen enthält die Blutkörperchen eingeschlossen von Blutfibrin, welches letztere seiner Menge nach nicht mehr als $^3/_{10}$ Procent des ganzen Blutes ausmacht. Die Blutkörperchen enthalten den Farbstoff des Blutes, ausgezeichnet durch seinen nie fehlenden starken Eisengehalt; sie enthalten ferner den Hauptbestandtheil des Blutserums, das Blutalbumin, welchem die Blutflüssigkeit alle Eigenschaften des Weißen des Hühnereis verdankt. Das Blut gerinnt wie das Eiweiß in der Hitze; dieser gerinnende Bestandtheil ist das Blutalbumin.

Die Hälfte der unverbrennlichen Bestandtheile des Blutes besteht aus Kochsalz; außer diesem finden sich theils in Auflösung in dem Blutserum, theils in chemischer Verbindung mit den verbrennlichen Bestandtheilen des Blutes, Kalk, Bittererde, Kali, Natron, Phosphorsäure und Kohlensäure. Rechnet man das Kochsalz ab, so macht das Eisenoxyd 17 bis 20 Procent der ganzen Blutasche aus. Außer den genannten Körpern enthält das Blut noch einige fette Substanzen, unter denen mehrere sich von den gewöhnlichen Fetten durch verschiedene Eigenschaften unterscheiden.

Die hohe Bedeutung des Albumins für den thierischen Lebensproceß drängt sich unwiderstehlich auf, wenn man sich an die Entwickelung des jungen Thieres im Hühnerei erinnert. Das Albumin des Weißen und Dotters im Hühnerei enthält Schwefel und Stickstoff, wie das Blut-

albumin, beide enthalten auf 1 Aeq. Stickstoff 8 Aeq. Kohlenstoff und außer diesen die Elemente des Wassers in demselben relativen Verhältniß; bis auf eine geringe Menge Schwefel, welche das Eieralbumin mehr enthält, sind sie nicht blos ihren Eigenschaften, sondern auch ihrer Zusammensetzung nach identisch.

Wir beobachten nun, daß in dem befruchteten Ei, durch den Einfluß der Wärme und unter der Mitwirkung des Sauerstoffs der Luft, welcher durch die poröse Schale Zutritt hat, unter dem Einfluß der Bedingungen also, welche den Athmungsproceß begleiten, aus dem Albumin alle Theile des thierischen Leibes, Federn, Klauen, Fibern, Membranen, Zellen, die Substanz der Blutkörperchen, der Blut- und Lymphgefäße und der Knochen sich entwickeln. Es ist offenbar, das Albumin ist die Grundlage, es ist der Anfangspunkt der ganzen Reihe der eigenthümlichen Gebilde, welche die Träger aller Thätigkeiten ausmachen. Die Elemente der mit Form und Leben begabten Organe waren ursprünglich Elemente des Albumins, es sind Producte gewisser Veränderungen, welche das Albumin unter dem Einfluß der Wärme und des Sauerstoffs in belebten Organismen erleidet.

In ganz gleicher Weise wie im Ei nimmt das Albumin des Blutes in dem Bildungsproceß des Fötus, dem es von außen zugeführt wird, die erste Stelle ein; durch seine Bestandtheile nimmt es Theil an allen Vorgängen, es bedingt die Zunahme an Masse und die Erzeugung und Wiedererzeugung aller geformten Theile im jugendlichen und erwachsenen Leibe. Das Albumin ist ein Bestandtheil des Gehirns und der Nerven, der Leber, Nieren, Milz und aller Drüsen.

Ueberall in der ganzen organischen Welt, wo sich thierisches Leben entwickelt, sehen wir die Lebenserscheinungen abhängig von der Gegenwart des Blutalbumins, die Fortdauer des Lebens ist auf's engste geknüpft an dessen Vorhandensein in dem Blute oder in der ernährenden Flüssigkeit.

In so fern der Begriff von Bildung, Ernährung, oder Ernährungsfähigkeit untrennbar ist von einem Stoffe, dessen Eigenschaften und Zusammensetzung in dem Worte Albumin zusammengefaßt sind, so sind im eigentlichen Sinne nur diejenigen Materien Nahrungsmittel, welche Albumin oder eine Substanz enthalten, welche fähig ist in Albumin überzugehen.

Wenn wir von diesem Gesichtspunkt aus die Nahrungsmittel studiren, so gelangen wir zur Erkenntniß eines Naturgesetzes von der wunderbarsten Einfachheit.

Die gewöhnlichsten Erfahrungen geben zu erkennen, daß das Fleisch vor allen anderen Nahrungsstoffen die größte Ernährungsfähigkeit besitzt. Der Hauptbestandtheil des Fleisches ist die Muskelfaser oder das Fleischfibrin, welches nahe an 70 Procent von dem Gewichte des trockenen, fettfreien Fleisches ausmacht; in dem Fleische ist die Muskelsubstanz mit feinen Membranen verwebt, und es verzweigen sich darin eine Menge Nerven, so wie unzählige feine mit gefärbten oder ungefärbten Flüssigkeiten angefüllte Gefäße.

Die chemische Analyse hat den Grund der Ernährungsfähigkeit des Fleisches auf eine unzweifelhafte Weise dargethan, indem sie gezeigt hat, daß das Fleischfibrin und Blutalbumin die nämlichen Elemente in denselben Verhältnissen enthalten, daß beide in dem nämlichen Verhältnisse zu einander stehen, wie frisches Eiweiß oder Blutalbumin zu dem durch Hitze geronnenen: seiner Zusammensetzung nach ist Fleischfibrin nichts weiter als festgewordenes geformtes Blutalbumin. Der Unterschied, wenn überhaupt einer vorhanden ist, ist so gering, daß zwei Analysen von Blutalbumin nicht mehr von einander abweichen, als wie eine Analyse der Substanz der Fleischfaser von einer Analyse von Blutalbumin abweicht.*) Das Blut als Ganzes betrachtet besitzt die nämliche Zusammensetzung wie das Fleisch.

In dem Fleisch ist demnach eine der Hauptbedingungen für die Blutbildung in der Fleischfaser vorhanden; durch den Verdauungsproceß wird die Fleischfaser, ähnlich wie gekochtes Eiweiß, flüssig und überführbar in das Blut, und es erschiene beinahe pedantisch, im Angesicht unserer Erfahrungen über den Ernährungsproceß der fleischfressenden Thiere Beweise zu verlangen, daß die verdaute Fleischfaser rückwärts im lebendigen Leibe wieder alle Eigenthümlichkeiten des Blutalbumins gewinnt. Der Beweis könnte übrigens leicht geführt werden, indem die Fleischfaser auch außerhalb des Körpers durch einen Proceß, dessen letzte Ursache wir für identisch halten mit der, welche die Verflüssigung der Speisen im Magen bewirkt, in Albumin übergeführt werden kann. Wenn man nämlich Fleischfibrin mit Wasser bedeckt dem Einfluß der Luft überläßt, so geht ein sehr kleiner Theil desselben in Zersetzung über, und durch die Wirkung desselben wird der ganze übrige Theil flüssig und löslich im Wasser, und diese Lösung verhält sich ganz wie Blutserum; sie gerinnt beim Erhitzen zu einer festen weißen Masse, welche identisch in allen Eigenschaften mit dem Blutalbumin ist.

Untersuchen wir die Milch, das wichtige Nahrungsmittel, welches in dem Leibe der Mutter zubereitet, von der Natur dem Körper des jugendlichen Thieres für seine Entwickelung geliefert wird, so finden wir darin in dem Casein einen Stoff, welcher gleich dem Albumin Schwefel und Stickstoff enthält, und die Abwesenheit eines jeden anderen stickstoffhaltigen Körpers in der Milch macht es vollkommen gewiß, daß sich aus diesem allein der Hauptbestandtheil des Blutes des Säuglings, seine Muskelfaser, Membranen, Zellen in der ersten Periode seines Lebens erzeugen.

Das Casein ist seinen Eigenschaften nach verschieden von dem Albumin und Fleischfibrin; es ist in der Milch in flüssigem gelöstem Zustande durch ein Alkali gehalten und kann in derselben zum Sieden erhitzt werden, ohne wie das Albumin zu gerinnen; verdünnte Säuren, welche das Albumin nicht fällen, scheiden hingegen mit Leichtigkeit das Casein aus der Milch ab; sie gerinnt in der Kälte schon durch verdünnte Essigsäure, indem sich das Casein in Gestalt einer dicken Gallerte oder von dicken Flocken abscheidet, welche auch nach dem Kochen mit Wasser aus-

*) Annal. der Ch. u. Ph. Bd. 73. p. 126.

nehmend leicht in schwach alkalischen Flüssigkeiten sich wieder auflösen, eine Eigenschaft, wodurch es sich von gekochtem Albumin und dem Fleischfibrin sehr wesentlich unterscheidet.

Die chemische Analyse des Caseins hat bewiesen, daß auch dieser Stoff, bis auf einen kleineren Schwefelgehalt, sehr nahe die nämlichen Elemente in demselben Verhältnisse enthält, wie das Albumin oder Fleischfibrin, und es ist hiernach klar, daß in dem Casein der Milch das junge Thier den Grundbestandtheil seines Blutes in einer anderen, sicher aber in der für die Entwickelung seiner Organe geeignetsten Form empfängt.

Die Ernährung der Fleischfresser und des Säuglings ist uns nach diesen Erfahrungen verständlich. Die Fleischfresser leben vom Blut und Fleisch der gras- und körnerfressenden Thiere; dieses Blut und Fleisch ist identisch in allen seinen Eigenschaften mit ihrem eigenen Blut und Fleisch; der Säugling empfängt sein Blut von dem Blute seiner Mutter; in chemischem Sinne kann man also sagen, daß das fleischfressende Thier zur Fortdauer seines Lebens sich selbst, der Säugling zu seiner Ausbildung seine Mutter verzehrt; dasjenige, was zu seiner Ernährung dient, ist seinem Hauptbestandtheil nach identisch mit dem Hauptbestandtheile seines Blutes, aus welchem sich seine Organe entwickeln.

Ganz verschieden von diesem ist dem Anscheine nach der Ernährungsproceß der pflanzenfressenden Thiere; ihre Verdauungsorgane sind minder einfach und ihre Nahrung besteht aus Vegetabilien, die in ihrer Form und Beschaffenheit nicht die geringste Aehnlichkeit weder mit Milch noch mit Fleisch besitzen. Die Frage nach dem Grund ihrer Ernährungsfähigkeit war in der That noch vor wenigen Jahrzehnten ein scheinbar unauflösliches Räthsel, und wir begreifen jetzt, wie es möglich war, daß die ausgezeichnetsten und scharfsinnigsten Aerzte den Magen als den Sitz eines Zauberers ansehen konnten, welcher bei anständiger Behandlung und guter Laune Disteln, Heu, Wurzeln, Früchte und Samen in Blut und Fleisch zu verwandeln versteht, während er im Zorne das beste Gericht verschmäht oder verdirbt.

Alle diese Räthsel sind mit Bestimmtheit und Sicherheit von der Chemie gelöst. Es hat sich herausgestellt, daß alle Theile von Pflanzen, welche Thieren zur Nahrung dienen, gewisse Bestandtheile enthalten, welche sich leicht von allen anderen dadurch unterscheiden, daß sie beim Erhitzen, wie angezündete Wolle, einen ganz eigenthümlichen Geruch verbreiten, an dem sie leicht erkennbar sind; es hat sich gezeigt, daß die Thiere zu ihrer Erhaltung und Zunahme an Masse um so weniger ihrer vegetabilischen Nahrung bedürfen, je reicher dieselbe an diesen eigenthümlichen Bestandtheilen ist; sie können nicht mit vegetabilischen Substanzen ernährt werden, worin diese Bestandtheile fehlen.

In vorzüglicher Menge sind diese Erzeugnisse des Pflanzenlebens in den Samen der Getreidearten, in den Erbsen, Linsen, Bohnen, in Wurzeln und in den Säften der sogenannten Gemüsepflanzen enthalten, sie fehlen übrigens in keiner einzigen Pflanze und in keinem ihrer Theile.

Es lassen sich diese Pflanzenbestandtheile auf drei Materien zurückführen, die in ihrer äußeren Beschaffenheit sich kaum ähnlich sind.

Wenn man frisch ausgepreßte Pflanzensäfte sich selbst überläßt, so tritt nach kurzer Zeit eine Scheidung ein, es sondert sich ein gelatinöser Niederschlag ab, gewöhnlich von grüner Farbe, welcher mit Flüssigkeiten behandelt, die den Farbstoff lösen, eine grauweiße Materie hinterläßt. Diese Substanz ist unter dem Namen grünes Satzmehl der Pflanzensäfte den Pharmaceuten wohl bekannt. Der Saft der Gräser ist vorzüglich reich an diesem Bestandtheil; in großer Menge ist er in dem Weizensamen so wie überhaupt in dem Samen der Getreidepflanzen enthalten und kann aus dem Weizenmehl durch eine mechanische Operation ziemlich rein erhalten werden. In diesem Zustande heißt dieser Stoff Kleber, von seinen klebenden Eigenschaften, an welchen eine geringe Menge eines beigemischten fetten Körpers einigen Antheil hat. Diese Substanz ist in den Samen der Cerealien abgelagert und für sich in Wasser nicht löslich.

Der zweite Bestandtheil der Pflanzen, von welchem ihre Ernährungsfähigkeit abhängig ist, findet sich in den Pflanzensäften gelöst, aus denen er sich nicht bei gewöhnlicher Temperatur abscheidet, wohl aber wenn der Pflanzensaft zum Sieden erhitzt wird. Bringt man den ausgepreßten klaren Saft von Kartoffeln, Blumenkohl, Spargel, Rüben 2c. zum Sieden, so entsteht darin ein Gerinnsel, welches in seiner äußeren Beschaffenheit und allen seinen übrigen Eigenschaften schlechterdings von dem nicht unterscheidbar ist, welches mit Wasser verdünntes Blutserum oder Eiweiß unter gleichen Umständen liefert.

Der dritte dieser wichtigen Pflanzenbestandtheile findet sich in den Samenlappen der Leguminosen, vorzüglich der Erbsen, Linsen, Bohnen, und kann aus dem Mehl derselben durch kaltes Wasser ausgezogen und in Auflösung erhalten werden; in dieser Löslichkeit ist dieser Stoff dem vorigen ähnlich, er unterscheidet sich aber von demselben dadurch, daß seine Auflösung in der Hitze nicht coagulirt; beim Abdampfen zieht sich an der Oberfläche eine Haut, und mit schwachen Säuren versetzt, entsteht darin ein Gerinnsel wie in der Thiermilch.

Die chemische Untersuchung dieser drei Pflanzenstoffe hat zu dem interessanten Resultate geführt, daß sie Schwefel und Stickstoff und die übrigen Elemente sehr nahe in gleichem Verhältniß enthalten und, was noch weit merkwürdiger ist, es hat sich ergeben, daß sie identisch sind in ihrer Zusammensetzung mit dem Blutalbumin, daß sie die nämlichen Elemente in den nämlichen Verhältnissen enthalten, wie dieser Hauptbestandtheil des Blutes.

In welcher bewunderungswürdigen Einfachheit erscheint, nach der Erkenntniß dieses Verhältnisses der Pflanzen zum Thiere, der Bildungsproceß im Thiere, die Entstehung seines Blutes und seiner Organe! Die Pflanzenstoffe, welche in den Thieren zur Blutbildung dienen, enthalten bereits den Hauptbestandtheil des Blutes fertig gebildet allen seinen Elementen nach. Die Nahrhaftigkeit oder Ernährungsfähigkeit der vegetabilischen Nahrung steht in geradem Verhältniß zu dem Gehalt derselben an diesen Stoffen, und wenn sie darin genossen werden, so empfängt das pflanzenfressende Thier die nämlichen Ma=

terien, auf welche das fleischfressende Thier zu seiner Erhaltung angewiesen ist.

Aus Kohlensäure und Ammoniak, aus den Bestandtheilen der Atmosphäre unter Hinzuziehung von Schwefel und gewissen Bestandtheilen der Erdrinde erzeugen die Pflanzen das Blut der Thiere; denn in dem Blut und Fleisch der pflanzenfressenden verzehren die fleischfressenden im eigentlichen Sinne nur die Pflanzenstoffe, von denen die ersteren sich ernährt haben; diese schwefel- und stickstoffhaltigen Pflanzenbestandtheile nehmen in dem Magen des pflanzenfressenden Thieres die nämliche Form und Eigenschaften an, wie Fleischfibrin und Thieralbumin in dem Magen der Carnivoren. Die Fleischnahrung enthält den nahrhaften Bestandtheil der Gewächse aufgespeichert und im concentrirtesten Zustande.

Ein umfassendes Naturgesetz knüpft die Entwickelung der Organe eines Thieres, ihre Vergrößerung und Zunahme an Masse, an die Aufnahme gewisser Stoffe, welche identisch sind mit dem Hauptbestandtheil seines Blutes; es ist offenbar, daß der Thierorganismus sein Blut nur der Form nach schafft und daß die Natur ihm die Fähigkeit versagt hat, es aus anderen Stoffen zu erzeugen, welche nicht identisch sind mit dem Hauptbestandtheil seines Blutes.

Der Thierkörper ist ein höherer Organismus, dessen Entwickelung mit denjenigen Materien beginnt, mit deren Erzeugung das Leben der gewöhnlichen Nährpflanzen aufhört; sobald die Futterkräuter und Getreidepflanzen Samen getragen haben, sterben sie ab; mit der Erzeugung der Frucht hört bei den perennirenden eine Periode ihres Lebens auf; in der unendlichen Reihe von organischen Verbindungen, welche mit den unorganischen Nahrungsstoffen der Pflanze anfängt, bis zu den zusammengesetztesten Bestandtheilen des Gehirns im Thierkörper, sehen wir keine Lücke, keine Unterbrechung. Der Nahrungsstoff des Thieres, aus welchem der Hauptbestandtheil seines Blutes entsteht, ist das Product der schaffenden Thätigkeit der Pflanze.

Wenn man die drei schwefel- und stickstoffhaltigen Pflanzenbestandtheile mit dem Fleischfibrin, dem Blutalbumin und dem Casein der Milch ihren physikalischen Eigenschaften nach vergleicht, so findet man, daß der Kleber des Weizenmehls die größte Aehnlichkeit mit dem Fleischfibrin besitzt, daß der in der Hitze gerinnbare Bestandtheil der Pflanzensäfte von dem Blutalbumin schlechterdings nicht unterscheidbar ist und daß zuletzt der Hauptbestandtheil der Samen der Hülsenfrüchte in allen seinen Eigenschaften und seinem Verhalten mit dem Käsestoff der Thiermilch übereinstimmt. Daher die Namen Pflanzenfibrin, Pflanzenalbumin und Pflanzencasein*), welche diesen drei Pflanzenbestandtheilen

*) J. Itier erzählt, daß die Chinesen aus Erbsen einen dem thierischen ähnlichen Käse zu machen wissen. Zu dem Ende werden die Erbsen zu einem Brei gekocht, dieser durchgeseiht und mit Gypswasser zum Gerinnen gebracht; das Geronnene wird behandelt wie der aus der Milch mit Lab gefällte Käse. Die feste Masse wird von der Flüssigkeit abgepreßt und unter Salzzusatz in

theilen mit dem größten Rechte gegeben worden sind, da sie in ihren Eigenschaften den entsprechenden Thiersubstanzen vollkommen gleichen.

Die drei schwefel- und stickstoffhaltigen Bestandtheile der Samen und Säfte der Gewächse kommen niemals oder nur höchst selten für sich allein vor. So findet sich in dem Safte der Kartoffeln durch Säuren fällbares Pflanzencasein, und in den Samen der Leguminosen und Getreidepflanzen ist immer eine gewisse Menge durch Hitze gerinnbares Pflanzenalbumin. Was man als Kleber des Roggenmehls bezeichnet, besteht beinahe ganz aus Pflanzencasein und Pflanzenalbumin. In dem Weizenmehl sind alle drei beisammen.

Es verdient noch hervorgehoben zu werden, daß Thierfibrin und Pflanzenfibrin, Thieralbumin und Pflanzenalbumin, Thiercasein und Pflanzencasein nicht allein die nämlichen Elemente in denselben Verhältnissen enthalten, sondern auch gleiche Eigenschaften besitzen. Der Weizenkleber löst sich in Wasser, dem man auf die Unze einen Tropfen Salzsäure zugesetzt hat, beinahe ganz zu einer trüben Flüssigkeit auf, in welcher, wie in der Lösung, die man in gleicher Weise aus Muskelfleisch erhält, durch Kochsalzlösung ein Gerinnsel entsteht. Mit reinem Wasser übergossen und der Fäulniß überlassen, löst sich derselbe zum großen Theil ganz, wie in gleichen Verhältnissen das Muskelfibrin, zu einer klaren Flüssigkeit auf, welche jetzt eine Menge durch Wärme gerinnbares Albumin enthält.

Diese verschiedenen Stoffe liefern zuletzt in Oxydationsprocessen einerlei Producte, was die Chemie als einen Beweis betrachtet, daß ihre Elemente auch in gleicher Weise geordnet sind. Diese Producte sind merkwürdig genug, daß es wohl werth ist, die Aufmerksamkeit darauf zu lenken. Bei der Einwirkung starker Alkalien tritt ein Theil des Schwefels dieser Substanzen an das Kali, die Kalilauge empfängt durch einen Gehalt von Schwefelkalium die Eigenschaft, bei Zusatz eines Tropfens einer Lösung von Bleizucker eine von Schwefelblei dintenschwarz gefärbte Flüssigkeit zu bilden; bei weiterer Zersetzung durch die Alkalien entstehen aus allen zwei krystallisirbare, den organischen Basen verwandte Substanzen, das Tyrosin und das Leucin*), welches letztere Prout zuerst in faulem Käse, Walter Crum in faulendem Kleber auffand, außer diesen mehrere flüchtige fette Säuren, Buttersäure und Baldriansäure. Durch Oxydationsprocesse in sauren Flüssigkeiten erhält man daraus eine zahlreiche Menge sehr merkwürdiger Producte, unter denen Blausäure, Bittermandelöl, die genannten beiden Säuren, Ameisensäure, Essigsäure und mehrere Aldehyde sich befinden,

---

Formen zu einem Käse verarbeitet, welcher nach und nach den Geruch und Geschmack des aus der Milch bereiteten Käses erhält. Dieser Käse wird auf den Straßen in Canton unter dem Namen Tao-foo feilgeboten und ist frisch eine beliebte Speise des Volkes.

*) Diese Producte erhalten eine besondere Bedeutung, in so fern man z. B. Leucin im Körper selbst (in den Flüssigkeiten der Leber des Kalbes) fertig gebildet aufgefunden hat.

so daß wohl kein anderer organischer Körper in diesem Verhalten den genannten Thier- und Pflanzenstoffen an die Seite gestellt werden kann.

Die Betrachtung, daß Pflanzenalbumin, Pflanzenfibrin und Pflanzencasein, daß Thiercasein und Thierfibrin die einzigen Nahrungsstoffe aus dem Thier- und Pflanzenreiche sind, aus welchen in dem Ernährungsprocesse die Hauptbestandtheile des Blutes und alle geformten Theile des Thierkörpers in dem Lebensprocesse gebildet werden, hat diesen fünf schwefel- und stickstoffhaltigen Substanzen, zu denen das Blutalbumin selbst gehört, in so fern es als ein Bestandtheil des Thierleibes zum Nahrungsmittel dient, den Namen der *plastischen Nahrungsmittel* gegeben.

Es giebt in der That keinen Theil eines Organs, welcher eine ihm eigene Gestalt besitzt, dessen Elemente nicht von dem Albumin des Blutes stammen; alle geformten Bestandtheile des Körpers enthalten eine gewisse Menge Stickstoff.

Von dem Vorhandensein der stickstofffreien Bestandtheile der Organe, des *Wassers* und des *Fettes*, sind viele physikalische Eigenschaften derselben abhängig, sie vermitteln die Vorgänge und Processe, durch welche die organischen Gebilde entstehen. Das Fett nimmt Antheil an der Bildung der Zellen, von dem Wasser rührt die flüssige Beschaffenheit des Blutes und aller Säfte her; in gleicher Weise ist die milchweiße Farbe der Knorpeln, die Durchsichtigkeit der Hornhaut des Auges, die Weichheit, Geschmeidigkeit, Biegsamkeit, die elastische Beschaffenheit der Muskelfaser und der Gewebe, der Seidenglanz der Bänder und Sehnen abhängig von einem bestimmten Wassergehalt; das Fett macht einen nie fehlenden Bestandtheil der Gehirn- und Nervensubstanz aus; eben so enthalten die Haare, das Horn, die Klauen, Zähne und Knochen stets eine gewisse Menge Wasser und Fett; aber in allen diesen Theilen sind Wasser und Fett nur mechanisch aufgesaugt wie in einem Schwamm oder, wie in den Zellen das Fett, in Tropfengestalt eingeschlossen, und sie lassen sich denselben durch mechanischen Druck und Auflösungsmittel entziehen, ohne daß die Structur dieser organischen Theile im mindesten geändert wird; sie besitzen niemals eine ihnen eigene organische Form, sondern sie nehmen immer die Form der organischen Theile an, deren Poren sie erfüllen; sie gehören nicht zu den plastischen Bestandtheilen des Körpers oder zu den plastischen Bestandtheilen der Nahrungsmittel.

# Dreißigster Brief.

Die Nahrung aller Thiere enthält neben den plastischen Bestandtheilen, aus denen das Blut und die organischen Gebilde entstehen, stets und unter allen Umständen eine gewisse Menge stickstoff- und schwefelfreier Substanzen.

Das Fleisch, welches das fleischfressende Thier verzehrt, enthält eine gewisse Menge Fett; die Milch enthält Fett (in der Butter) und neben diesem einen leicht krystallisirbaren Körper, den Milchzucker, welcher aus den süßen Molken beim Abdampfen erhalten wird. Die Nahrung der pflanzenfressenden Thiere enthält stets eine dem Milchzucker in seinem chemischen Verhalten ähnliche oder verwandte Substanz.

Die Eigenschaften des Milchzuckers als eines Bestandtheiles der Milch und eines Productes des thierischen Lebensprocesses sind von besonderem Interesse; bis jetzt ist der Milchzucker nur in der Milch und nach neueren Untersuchungen auch in den Hühnereiern, wiewohl nur in geringer Menge, aufgefunden worden.

Der Milchzucker kommt im Handel in oft zolldicken krystallinischen Krusten vor, welche gewöhnlich wegen mangelnder Sorgfalt und Reinlichkeit bei seiner Darstellung gelblich, oft gelbbraun und von schmuzigem Ansehen sind. Durch eine neue Krystallisation erhält man denselben, namentlich bei Anwendung von Kohle zum Entfärben der Lösung, blendend weiß, in harten, zwischen den Zähnen krachenden, durchscheinenden, vierseitigen, mit vier Flächen zugespitzten Prismen.

Der krystallisirte Milchzucker löst sich in 5 bis 6 Theilen kaltem Wasser, ohne einen Syrup zu bilden; die Krystalle auf die Zunge gebracht, besitzen einen schwach süßen Geschmack; in der Lösung ist derselbe etwas hervorstechender. Durch den Milchzucker empfängt die Milch die Eigenschaft, in gelinder Wärme sich selbst überlassen, in Gährung überzugehen. Die gegohrene Milch liefert durch Destillation einen wahren (sehr übel nach Buttersäure und faulem Käse riechenden) Branntwein, welcher, aus Pferdemilch bereitet, in der Tartarei und in dem Lande der Kirgisen und Kalmuken ganz allgemein im Gebrauch ist. Die Leichtigkeit, mit welcher der Milchzucker in Milchsäure übergeht (siehe den 18. Brief), ist von dem Sauerwerden der Milch Jedermann bekannt.

Ausgezeichnet ist die Fähigkeit des Milchzuckers, bei Gegenwart von Alkalien Sauerstoff aufzunehmen. Macht man eine Auflösung von

Milchzucker durch Zusatz von Ammoniak alkalisch und setzt alsdann ein Silbersalz hinzu, so wird bei gelindem Erwärmen das Silberoxyd reducirt und das Silber auf dem Glase in Gestalt eines spiegelnden Ueberzugs, oder in grauen Flocken niedergeschlagen. Eine mit Kalilauge versetzte Lösung von Milchzucker löst Kupferoxyd mit einer schönen blauen Farbe auf; diese Mischung wird in der Wärme roth, indem sich alles Kupfer als Kupferoxydul abscheidet; in beiden Fällen wird der Sauerstoff des Silberoxyds ganz, der des Kupferoxyds zur Hälfte von den Bestandtheilen des Milchzuckers aufgenommen.

Eine alkalische Lösung von Milchzucker löst Eisenoxyd und andere Metalloxyde auf, in Berührung damit wird blauer Indigo entfärbt; er löst sich darin zu einer wahren Indigküpe auf.

Durch den Einfluß vieler Fermente, und besonders leicht bei Gegenwart von Kalk, wird die aus dem Milchzucker entstehende Milchsäure in Buttersäure, welche zu der Gruppe der fetten Säuren gehört, übergeführt; durch Oxydation mittelst Salpetersäure liefert der Milchzucker Kohlensäure, Oxalsäure und Schleimsäure; setzt man zu einer Auflösung von Milchzucker in Wasser etwas Schwefelsäure, so verwandelt sich derselbe sehr rasch und schnell in Traubenzucker.

Der krystallisirte Milchzucker enthält Kohlenstoff und die Elemente des Wassers, Sauerstoff und Wasserstoff, in einem solchen Verhältniß, daß, wenn wir uns den Wasserstoff desselben durch dessen Aequivalente Sauerstoff ersetzt denken, wir gerade Kohlensäure erhalten.

Die süßschmeckenden Früchte und Pflanzensäfte verdanken ihren Geschmack drei Zuckerarten, von welchen zwei krystallisirbar sind, während die dritte immer weich oder von syrupähnlicher Beschaffenheit ist. Die letztere ist ein Bestandtheil der meisten Früchte (Mitscherlich). Die Runkelrüben und Möhren enthalten dieselbe Zuckerart wie der Saft des Zuckerrohrs, der Honig enthält den nämlichen Zucker wie die Weintrauben. Von diesen Zuckerarten ist der Traubenzucker in seinem Verhalten und seiner Zusammensetzung dem Milchzucker am ähnlichsten; in trockenem Zustande enthält er die nämlichen Elemente in demselben Verhältnisse wie dieser; in Beziehung auf seine Fähigkeit, in Milchsäure und Buttersäure überzugehen, und in seinem Verhalten gegen Metalloxyde, Silberoxyd, Kupferoxyd, Eisenoxyd und Indigo ist er dem Milchzucker völlig gleich.

Der Rohrzucker unterscheidet sich von dem Milchzucker und Traubenzucker in seiner Zusammensetzung durch die Elemente von einem Wasseratom, welche die letzteren mehr enthalten, aber durch Berührung mit Fermenten oder Säuren geht derselbe, indem das fehlende Wasseratom in seine Zusammensetzung eintritt, mit großer Leichtigkeit in Traubenzucker über.

Die in dem Pflanzenreich verbreitetste und in der Nahrung der Pflanzenfresser am häufigsten vorkommende Substanz, welche in dem Ernährungsproceß die wichtige Rolle des Milchzuckers übernimmt, ist das Amylon oder Stärkmehl, welches in seinen Eigenschaften demselben am unähnlichsten zu sein scheint.

Das Stärkmehl ist in den Samen der Getreidepflanzen und Leguminosen, in Wurzeln und Knollen, im Holze in rundlichen Körnchen abgelagert und kann nach dem Zerreißen der Zellen, in denen es eingeschlossen ist, durch Auswaschen mit Wasser leicht erhalten werden. Zerreibt man Kartoffeln, oder unreife Aepfel, oder Birnen, Kastanien, Eicheln, Rettig, Pfeilwurzel, das Mark der Sagopalme und wäscht den Brei auf einem feinen Siebe mit Wasser aus, so setzt sich aus der weißlich trübe ablaufenden Flüssigkeit Stärkmehl in Gestalt eines blendend weißen sehr feinen Pulvers ab; in dem Handel kommt das Stärkmehl in verschiedenen Formen vor: die feinste Weizenstärke ist unter dem Namen Puder bekannt; der Sago, das gekörnte und in der Hitze getrocknete und etwas zusammengebackene Stärkmehl der Sagopalme, Arrow-root, das Stärkmehl der Pfeilwurzel, Mandiocca, das Stärkmehl der Jatropha Manihot (welche drei letzteren auf dem Continente meistens aus Kartoffelstärkmehl bestehen). Alle Arten Stärkmehl haben einerlei Zusammensetzung und zeigen ein gleiches chemisches Verhalten. Bis auf das eigenthümliche Stärkmehl in der Alantwurzel (Inula Helenium), der Georginenknollen und vieler Flechten geben die anderen mit heißem Wasser einen mehr oder weniger flüssigen oder gallertartigen Kleister, welcher durch Jodlösungen eine prächtig indigblaue Farbe annimmt.

Es ist im 18. Brief bereits erwähnt worden, daß das Stärkmehl durch den Einfluß des Getreideklebers beim Keimen des Getreides, oder durch Schwefelsäure in Traubenzucker übergeführt wird.

In einem warmen Auszug von Gerstenmalz wird der Stärkekleister sogleich flüssig, es entsteht im Anfang eine dem Gummi ähnliche Substanz, bekannt unter dem Namen Stärkegummi oder Dextrin, welche bei längerer Einwirkung des Malzauszugs vollständig in Traubenzucker übergeführt wird. Eine ganz ähnliche Wirkung auf das Stärkmehl besitzt der lufthaltige Speichel. Eine Mischung von Speichel mit Stärkekleister, der Temperatur des menschlichen Körpers ausgesetzt, wird flüssiger und süß; durch eine entsprechende Menge Speichel kann alles Stärkmehl in Traubenzucker übergeführt werden.

Die Verschiedenheit des Stärkmehls und Milchzuckers in ihrer äußeren Form oder Beschaffenheit wird, wie man hiernach leicht versteht, in dem Verdauungsproceß beinahe ganz aufgehoben. Die Natur selbst hat die Einrichtung getroffen, daß während des Kauens der stärkmehlhaltigen Nahrung eine Materie beigemischt wird, durch deren Wirkung in dem Magen das Stärkmehl in eine dem Milchzucker in ihrer Zusammensetzung und Haupteigenschaften nach gleiche Substanz übergeht.

Die Menge von Stärkmehl in dem Mehl der Getreidearten, der Erbsen, Bohnen und Linsen und der Kartoffeln ist sehr beträchtlich. Das Weizen- und Roggenmehl enthält 60 bis 66, die Gerste und Linsen 40 bis 50, das Maismehl bis 78, der Reis bis 86 Procent, die Kartoffeln (trocken) über 70 Procent Stärkmehl.

Das Fett der Butter und des Fleisches enthält Kohlenstoff und Wasserstoff sehr nahe in dem Verhältniß wie das Stärkmehl und die

Zuckerarten, die letzteren unterscheiden sich von dem Fett hauptsächlich nur durch eine größere Menge Sauerstoff; auf dieselbe Menge Kohlenstoff enthält das Fett beinahe zehnmal weniger Sauerstoff; es ist deshalb leicht durch Hinzurechnung von Sauerstoff eine gegebene Menge Fett in Stärkmehl zu berechnen, und man findet in dieser Weise, daß 10 Theile Fett 24 Theilen Stärkmehl entsprechen. In ähnlicher Weise kann man durch Abrechnung von Wasser den Milchzucker in Stärkmehl ausdrücken, und mit Hülfe dieser Zurückführung der stickstofffreien Bestandtheile der Nahrungsmittel auf gleiche Werthe Amylon lassen sich jetzt leicht die wichtigsten Nahrungsmittel in Beziehung auf das Verhältniß an plastischen und den anderen stickstofffreien Bestandtheilen mit einander vergleichen.

**Gewichts-Verhältniß**

der plastischen zu den stickstofffreien Bestandtheilen der Nahrungsmittel.

| | | plastische. | stickstofffreie. | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Die Kuhmilch | enthält auf | 10 : | 30 | = | 8,8 Fett<br>10,4 Milchzucker |
| Die Frauenmilch | „ „ | 10 : | 40 | | |
| Die Linsen | „ „ | 10 : | 21 | | |
| Die Pferdebohnen | „ „ | 10 : | 22 | | |
| Die Erbsen | „ „ | 10 : | 23 | | |
| Das Schaffleisch gemästet | „ „ | 10 : | 27 | = | 11,25 Fett |
| Das Schweinefleisch gemästet | „ „ | 10 : | 30 | = | 12,5 „ |
| Das Ochsenfleisch | „ „ | 10 : | 17 | = | 7,08 „ |
| Das Hasenfleisch | „ „ | 10 : | 2 | = | 0,83 „ |
| Das Kalbfleisch | „ „ | 10 : | 1 | = | 0,41 „ |
| Das Weizenmehl | „ „ | 10 : | 46 | | |
| Das Hafermehl | „ „ | 10 : | 50 | | |
| Das Roggenmehl | „ „ | 10 : | 57 | | |
| Die Gerste | „ „ | 10 : | 57 | | |
| Kartoffeln weiße | „ „ | 10 : | 86 | | |
| „ blaue | „ „ | 10 : | 115 | | |
| Der Reis | „ „ | 10 : | 123 | | |
| Das Buchweizenmehl | „ „ | 10 : | 130 | | |

Das relative Verhältniß des plastischen Bestandtheils der Milch zu ihrem Gehalt an Butter und Milchzucker, das Verhältniß des blutbildenden Stoffes im Fleisch zu dessen Fettgehalt, so wie das des plastischen Bestandtheils der Getreidearten, der Kartoffeln, der Samen der Leguminosen zu ihrem Gehalte an Stärkmehl ist nicht constant; diese Verhältnisse wechseln in der Milch mit der Nahrung, das eigentlich fette Fleisch enthält mehr, was man mageres Fleisch nennt enthält weniger Fett, und es zeigt der Unterschied in den beiden Kartoffelsorten, wie groß die Abweichungen der verschiedenen Spielarten derselben Pflanze sind. Man kann diese Zahlen aber als Mittelzahlen betrachten, welche zwischen den äußersten Grenzen liegen. Als constant kann man annehmen, daß die Erbsen, Bohnen, Linsen auf 1 Gewichtstheil plastischen Stoff zwischen 2 bis 3 Gewichtstheile stickstofffreie Substanzen, die Getreidearten der Weizen, Roggen, die Gerste, der Hafer zwischen 5 bis 6,

die Kartoffeln zwischen 8 und 11, der Reis und das Buchweizenmehl 12 bis 13 Gewichtstheile an den letzteren Bestandtheilen enthalten; unter allen Nahrungsmitteln ist das magere Fleisch der Thiere verhältnißmäßig am reichsten an plastischen Bestandtheilen. Von den anderen nicht organischen Bestandtheilen abgesehen, enthalten im getrockneten Zustande z. B. 17 Theile Ochsenfleisch eben so viel plastische Bestandtheile wie 56 Gewichtstheile Weizenmehl oder wie 67 Roggenmehl, oder 96 Kartoffeln oder 133 Reis.

Bei der Vergleichung dieser Nahrungsmittel hat man zu berücksichtigen, daß sie im natürlichen Zustande eine gewisse Menge Wasser enthalten, welches mit in Rechnung gebracht werden muß; 17 Gewichtstheile trockenes Ochsenfleisch, wobei 7,08 Fett, enthalten im natürlichen Zustande 32 Gewichtstheile Wasser; mit diesem Wassergehalt entsprechen 49 Gewichtstheile frisches Fleisch 66 Theilen Weizenmehl (von 15 Procent Wassergehalt).

Es ist einleuchtend, daß wir durch Mischung dieser Nahrungsmittel eine der Milch oder dem Weizenbrode ähnliche Zusammensetzung hervorbringen können; durch Zusatz von Speck oder fettem Schweinefleisch zu Erbsen, Linsen oder Bohnen, oder von Kartoffeln zum Ochsenfleisch, von fettem Schinken zum Kalbfleisch, von Reis zum Hammelfleisch vergrößern wir ihren Gehalt an stickstofffreien Materien. Ganz dasselbe geschieht durch geistige Getränke, welche mit magerem Fleisch und wenig Brod genossen eine der Milch, mit fettem Fleisch eine dem Reis oder den Kartoffeln in Beziehung auf das Verhältniß stickstofffreier und plastischer Bestandtheile ähnliche Mischung geben.

Es bedarf kaum mehr als einer Hindeutung auf diese Verhältnisse, um sogleich zu der Ueberzeugung zu gelangen, daß der Mensch in der Wahl seiner Speise (wenn ihm seine Verhältnisse eine Wahl gestatten) und ihrer Mischung von einem untrüglichen Instincte geleitet wird, welcher auf einem Naturgesetze beruht.

Dieses Naturgesetz schreibt dem Menschen wie dem Thiere feste, aber nach seiner Lebensweise und seinem körperlichen Zustande wechselnde Verhältnisse von plastischen und stickstofffreien Bestandtheilen in seiner Nahrung vor, welche dem Instinctgesetz und der Natur entgegen durch Zwang und Noth geändert werden können; aber dies kann nicht geschehen, ohne die Gesundheit, die körperlichen und geistigen Thätigkeiten des Menschen zu gefährden.

Die Wissenschaft hat den erhabenen Beruf, dieses Naturgesetz zum Bewußtsein zu bringen, sie soll zeigen, warum der Mensch und das Thier für seine Lebensfunctionen eine solche Mischung in den Bestandtheilen seiner Nahrung bedarf und welches die Einflüsse sind, welche eine Aenderung in dieser Mischung naturgesetzlich bestimmen.

Die Bekanntschaft mit diesem Gesetz erhebt den Menschen in Beziehung auf eine Hauptverrichtung, die er mit dem Thiere gemein hat, über die vernunftlosen Wesen, und gewährt ihm in der Regelung seiner leiblichen, sein Bestehen und seine Fortdauer bedingenden Bedürnisse, einen Schutz, den das Thier nicht bedarf, weil in diesem die Vorschriften

des Instinctgesetzes weder durch Sinnenreiz noch durch einen widerstrebenden verkehrten Willen beherrscht werden.

Die Frage nach den letzten Gründen, worauf dieses Instinctgesetz beruht, welches Menschen und Thiere nöthigt, neben den plastischen Materien, aus denen sich ihre Organe erzeugen, gewisse stickstofffreie Substanzen zu genießen, welche durch ihre Elemente an der Bildung dieser Organe keinen Antheil nehmen, so wie nach der Rolle, welche diese Materien in dem Lebensproceß spielen, beantwortet sich leicht, wenn wir die Bestandtheile des Körpers mit denen der Nahrung vergleichen, und diese letzteren als die Ursachen oder Bedingungen der Wirkungen betrachten, die sie im lebendigen Leibe hervorbringen.

Ein arbeitendes Pferd verzehrt im Jahre 5475 Pfund Heu und 1642 Pfund Hafer*), ein ausgewachsenes Schwein von 120 Pfund in derselben Zeit 5110 Pfund Kartoffeln**). Von dieser ganzen ungeheueren Quantität von Nahrung, welche bei dem Schweine über 40mal mehr als sein Körpergewicht beträgt, nimmt der Körper dieser Thiere am Ende des Jahres an Gewicht entweder nicht zu, oder wenn sie schwerer werden, so macht die Zunahme ihres Körpergewichts einen geringen Bruchtheil von dem Gewichte ihres Futters aus.

In gleicher Weise verhält es sich mit der Speise des Menschen. In einem erwachsenen Menschen, dessen Körpergewicht sich am Ende des Jahres nicht bemerklich ändert, ist das Verhältniß aller seiner Theile und ihrer Zusammensetzung dasselbe wie am Anfang des Jahres. Die ganze Menge von Speise und Trank, die er in 365 Tagen zu sich nahm, ist nicht dazu verwendet worden, um seine Körpermasse zu vermehren, sondern sie hat dazu gedient, um eine Reihe von Wirkungen hervorzubringen.

Die 14 Pfund Kartoffeln, welche das Schwein täglich verzehrte, erzeugten in dessen Leib eine gewisse Quantität von mechanischer Kraft, wodurch die Bewegung seines Blutes, seiner Säfte und Glieder vermittelt wurde, ihre Bestandtheile haben dazu gedient, um den Mechanismus im Gange zu erhalten.

Eine ganz ähnliche Wirkung brachten die 14 Pfund Heu und 4½ Pfund Hafer, welche das Pferd täglich verzehrte, in seinem Leibe hervor, mit dem Unterschiede jedoch, daß diese Futtermenge dem Pferde das Vermögen gab, eine gewisse Quantität von mechanischer Kraft nach außen hin zu verwenden. Diese Futtermenge erzeugte in seinem Organismus einen Ueberschuß an Kraft, wodurch seine Glieder die Fähigkeit empfingen, ohne seine Gesundheit zu gefährden, eine gewisse Summe von Widerständen zu überwinden, d. h. ein gewisses Maß von Arbeit zu verrichten.

In dem Leibe des Menschen brachte das Brod, Fleisch und Gemüse eine gleiche Wirkung wie in dem Pferde hervor, aber neben der mechanischen Kraft, welche die Bewegung seiner inneren Organe und seiner

*) Ann. de chim. et de phys. LXXI. 136.

**) Ann. de chim. et de phys. Nouvelle série Tom. XIV. p. 443.

Glieder in der Arbeit bedingte, erzeugte die genossene Speise noch eine gewisse Summe von Wirkungen, die sich als Sinnes- oder Geistesthätigkeiten offenbaren.

Wir wissen, daß bei Enthaltung von Nahrung der Körper des Menschen und aller Thiere in jeder Secunde ihres Lebens an Gewicht abnimmt, daß die Abnahme oder das Schwinden seiner wichtigsten Organe in einer gegebenen Zeit im Verhältniß steht zu den durch seine Organe oder Glieder in eben dieser Zeit hervorgebrachten Kraft-Wirkungen, daß durch die Speise das Körpergewicht und das Vermögen, neue Kraftwirkungen hervorzubringen, wieder hergestellt wird, daß im Zustand der Ruhe der Mensch oder das Thier weniger Speise bedarf als im Zustand der Bewegung und Arbeit, und daß es nicht gleichgiltig ist, von welcher Beschaffenheit die Speise sei, welche der Mensch oder das Thier täglich genießen muß, um die Fähigkeit ungeschmälert wieder zu erlangen, den darauf folgenden Tag die nämliche Arbeit wie am vorhergegangenen zu verrichten, oder die nämlichen Wirkungen durch sein Nervensystem hervorzubringen.

Unzählige seit Jahrtausenden gemachte Erfahrungen haben unzweifelhaft festgestellt, daß die Speisen in Beziehung auf die Erzeugung und Wiederherstellung aller dieser Thätigkeiten höchst ungleich sind, daß das Weizenbrod das Roggenbrod, dieses die Kartoffeln und den Reis, daß das Fleisch der Thiere alle übrigen Nahrungsmittel in Hinsicht auf diese Wirkungen übertrifft, sie haben dargethan, daß ein Pferd, mit Kartoffeln ernährt, nicht entfernt die Arbeit verrichten kann, wie bei Heu- und Hafer-Fütterung, und daß zuletzt die täglich verwendbare Arbeitskraft eines Menschen gemessen werden kann durch die Quantität der plastischen Bestandtheile, die er im Brod und Fleisch genießt*).

Es ist augenscheinlich, die plastischen Bestandtheile der Nahrung sind die nächsten Bedingungen der Krafterzeugung im Organismus und aller seiner sinnlichen und geistigen Thätigkeiten.

Wir verstehen diese Wirkungen, wenn wir beachten, daß alle Bewegungserscheinungen im Thierorganismus, alle Wirkungen, die er durch sein Gehirn oder seine Glieder hervorbringt, bedingt oder abhängig sind von den geformten Bestandtheilen desselben, daß die formlosen, wie Wasser und Fett, keine vitalen Eigenschaften besitzen, daß sie ihren Ort oder Lage durch eine in ihnen selbst wirkende Ursache nicht zu ändern vermögen.

Wenn aber die in dem Körper eines Menschen oder Thieres erzeugbaren

*) Die tägliche Ration an Brod, welche ein Soldat empfängt, beträgt

| | | | |
|---|---|---|---|
| in Frankreich | 750 | Grammen | (Weizen) |
| in Belgien | 775 | = | (Weizen) |
| in Sardinien | 737 | = | (Weizen) |
| in Spanien | 670 | = | (Weizen) |
| im südlichen Deutschland | 900 | = | (1/6 Weizen, 4/6 Roggen, 1/6 Gerste) |
| im nördlichen Deutschland und Rußland | 1000 | = | (Roggen). |

Wirkungen, welche durch die Werkzeuge seiner Sinne, durch sein Gehirn, oder durch die Organe der willkürlichen und unwillkürlichen Bewegung vermittelt werden, von der Anzahl oder Masse ihrer geformten Theile abhängig sind, so ist einleuchtend, daß die Größe oder die Dauer dieser Wirkungen im Verhältniß stehen muß zu der Masse der einzelnen Theile, woraus die Organe bestehen; die Wirkungen des Gehirns müssen im Verhältniß stehen zu der Masse des Gehirns, die mechanischen Wirkungen zu der Masse der Muskelsubstanz.

Mit der Abnahme des mechanischen Apparates der Krafterzeugung und Kraftäußerung, mit dem Schwinden der Substanz der Muskeln und Nerven nimmt die Fähigkeit ab, mit der Erneuerung und Wiederherstellung der geformten Körpertheile in dem Ernährungsproceß wird die Fähigkeit, die nämlichen Kraftwirkungen zum wiederholten Mal hervorzubringen, wieder hergestellt.

Alle die geformten, Kräfte äußernden Körpertheile stammen von dem Albumin des Blutes, alles Blutalbumin stammt von den plastischen Bestandtheilen der animalischen oder vegetabilischen Nahrung; es ist klar, die plastischen Bestandtheile der Nahrung, welche in letzter Quelle die Pflanze schafft, sind die Bedinger aller Krafterzeugung, aller Kraftäußerungen, aller Wirkungen, welche der thierische Organismus durch seine Sinne oder seine Glieder hervorbringt.

Ein neuer, wundervoller Zusammenhang erschließt sich dem menschlichen Geiste in diesem Verhältniß der Abhängigkeit des Thieres von der Pflanze.

Die Pflanzen, welche den Thieren zur Nahrung dienen, sind die Erzeuger der plastischen Nahrungsstoffe und damit die Sammler der Kraft; in der Ruhe und im Schlaf kehrt das Thier in den Zustand der Pflanze zurück, die formlosen Bestandtheile seines Blutes werden zu geformten Theilen seiner Gebilde, und indem diese in formlose oder in unorganische Verbindungen zerfallen, kommt die in ihnen aufgespeicherte Kraft in den mannichfaltigsten Wirkungen zur Verwendung: der galvanischen Säule gleich, deren Eigenthümlichkeiten durch eine gewisse Anordnung ihrer Elemente bedingt sind, und die sich selbst in neuen magnetischen, elektrischen und chemischen Wirkungen verzehrt.

Die Beziehungen der plastischen Bestandtheile der Nahrung zu dem Lebensproceß im Thiere scheinen somit erklärt zu sein; indem durch sie das ursprüngliche Gewicht der verbrauchten und ausgetretenen geformten Körpertheile wieder hergestellt wurde, vermittelten sie die Fortdauer aller lebendigen Thätigkeiten.

Ein Pferd, das mit Kartoffeln ernährt und zur Arbeit genöthigt wird, nimmt an Gewicht ab; ohne Arbeit bleibt sein Körpergewicht unverändert; es ist klar, die Arbeit war ein Verbrauch von Körpertheilen, und die in der ganzen Menge der verzehrten Kartoffeln vorhandenen plastischen Bestandtheile reichten zu deren Wiedererzeugung nicht hin; es ward mehr verbraucht, als durch die genossene Nahrung ersetzt war, daher die Abmagerung und Schwäche.

Das Pferd hingegen, welches zu seiner Nahrung eine reichliche Menge

Heu und Hafer empfing, konnte eine gewisse Summe von Arbeit verrichten, ohne daß den darauf folgenden Tag eine Abnahme an seinem Körpergewicht wahrnehmbar ist; wenn es im Zustande der Ruhe die nämliche Menge Futter empfängt, so wird es schwerer, es nimmt bis zu einer gewissen Grenze an seinem Körpergewicht zu; es ist klar, durch das genossene Futter wurde in dem Leibe des Pferdes eine gewisse Summe von Kraft erzeugt, welche zur Ueberwindung von äußeren Widerständen oder in dem Leibe selbst verwendbar war. Wurde diese Kraft zur Arbeit verbraucht, so blieb sich sein Körpergewicht gleich; wurde sie in dem Organismus zu vitalen Zwecken verwendet, so nahm dieser in allen seinen Theilen an Masse zu.

Es ergiebt sich hieraus, daß die Arbeitskraft eines Thieres in einem bestimmten Verhältniß steht zu dem Ueberschuß an Futter, der im Zustand der Ruhe sein Körpergewicht vermehrt.

Wenn wir das ewige, unwandelbar feste Naturgesetz nicht falsch interpretiren, so kann das Verhältniß der plastischen Nahrung, welche der arbeitende Mensch täglich bedarf, nicht geringer sein als das, welches die Natur selbst für die Entwickelung des menschlichen Körpers und für dessen Zunahme in allen seinen Theilen zubereitet, es ist das Verhältniß, wie wir es in der Frauenmilch finden. Die Nahrung des arbeitenden Menschen sollte demnach auf vier Gewichtstheile der nicht stickstoffhaltigen Substanzen einen Gewichtstheil plastischen Nahrungsstoff enthalten.

Dies will natürlich nichts anderes sagen, als was man weiß, seit die Welt und in der Welt die Menschen bestehen, daß das Individuum nämlich, wenn es das Maß von Arbeit verrichten soll, welches es den Bedingungen gemäß, die in seinem Organismus liegen, verrichten kann, dem Brode eine gewisse Quantität von Fleisch zusetzen muß, daß das Verhältniß der plastischen Bestandtheile in der Nahrung zu den anderen nach der Beschaffenheit seines Körpers zunehmen muß, wenn er mehr als die mittlere Arbeitskraft verwendet, daß er im Zustand der Ruhe ein kleineres Verhältniß an plastischem Nahrungsstoff bedarf.*)

Es folgt hieraus ferner, daß dem Kinde, welches die Wohlthat entbehrt, die ihm nöthige Nahrung von seiner Mutter zu empfangen, wenn es mit Kuhmilch ernährt wird, die ein größeres Verhältniß an plastischer Nahrung enthält, daß dieser Kuhmilch Milchzucker (Zucker), oder feinem Mehlbrei Kuhmilch zugesetzt werden muß, wie dies die Erfahrung längst gelehrt hat, um die gleiche Wirkung wie die Muttermilch in seinem Leibe hervorzubringen.

Es folgt daraus ferner, was ebenfalls alle Welt weiß, daß, wenn das Kind, oder der Mensch im jugendlichen Alter, durch äußere Verhältnisse genöthigt wird, einen Theil der in seinem Leibe erzeugbaren Kraft nach außen hin in der Arbeit zu verwenden, und dieser Mehr=

---

*) Nach einer Berechnung von Knapp verzehrt ein Soldat nach dem Seite 241 u. 242 angeführten Verbrauch in seinen Speisen auf 10 Theile plastische 47 Theile stickstofffreie Bestandtheile.

verbrauch an Kraft nicht ersetzt wird durch angemessene Nahrung oder nicht ersetzbar ist, weil sein Körper nur ein gewisses Quantum von Speise verdauen kann, so muß seine körperliche Entwickelung gestört und aufgehalten werden.

Die bewunderungswürdigen Versuche von Boussingault zeigen, daß die Zunahme des Körpergewichts in der Mästung der Thiere (ähnlich wie der Milchertrag einer Kuh) im Verhältniß steht zu der Menge von plastischen Bestandtheilen in dem täglich verzehrten Futter. Diese Versuche wurden mehrere Monate lang mit Schweinen angestellt, welche in vorzüglichem Grade die Fähigkeit besitzen, die Bestandtheile der Nahrung in Theile ihres Leibes umzuwandeln. Ein Schwein wurde ausschließlich mit Kartoffeln ernährt, durch welche Nahrung es an Gewicht nicht zunahm; es war aber eine Zunahme bemerklich, wenn das Thier Kartoffeln, Buttermilch, Molken und Abfälle aus der Haushaltung erhielt; die stärkste Zunahme fand statt bei Darreichung von Mastfutter, welches täglich aus Kartoffeln (9,74 Pfd.), gemahlenem Korn (0,90 Pfd.), Roggenmehl (0,64 Pfd.), Erbsen (0,68 Pfd.) und Buttermilch, Molken und Abfällen (0,92 Pfd.) bestand.

Die Berechnung ergiebt, daß das Schwein in diesen drei Zuständen folgende Mischungsverhältnisse in seinem Futter empfangen hatte*):

**Verhältniß**

der plastischen Bestandtheile zu den stickstofffreien, letztere in Stärkmehl ausgedrückt.

Das Schwein erhielt:

| | | plastische Bestandtheile. | stickstofffreie. |
|---|---|---|---|
| in der Kartoffelnahrung | auf | 10 | 87 |
| in der gemischten Nahrung | = | 10 | 71 |
| im Mastfutter | = | 10 | 55 |

Man bemerkt leicht, daß diese letztere Mischung ein ähnliches Verhältniß von plastischen und stickstofffreien Bestandtheilen enthält wie die Körnerfrüchte.

Die deutsche Landwirthschaft ist durch die Erfahrung auf ein sehr einfaches Verfahren geführt worden, die Kartoffeln in ein dem obigen und den Körnerfrüchten in ihrer Mischung ganz gleiches Mastfutter zu verwandeln. Dieses Verfahren ist die Grundlage des deutschen landwirthschaftlichen Betriebes; es besteht darin, daß man die stickstofffreien Bestandtheile der Kartoffeln auf einem rein chemischen Wege ganz oder zum größten Theil hinwegnimmt, und daß man den Rückstand der Kartoffeln, welcher alle plastischen Bestandtheile derselben enthält, zur Mästung verwendet. Die Kartoffeln werden gequellt und in Gestalt eines dünnen Breies mit Gerstenmalz in Berührung gebracht, durch dessen Wirkung das Stärkemehl der Kartoffeln in Zucker übergeführt wird. Man versetzt alsdann durch Bierhefe die Kartoffelmaische in Gährung und zerstört in dieser Weise allen vorhandenen Zucker. Durch

*) Ann. de chim. et de phys. N. S. T. XIV. p. 419.

Destillation der gegohrenen Maische erhält man das Stärkmehl der Kartoffeln in der Form von Branntwein und in dem Rückstande (der sog. Kartoffelschlempe) das geschätzteste Mastfutter.

Die im Auslande verbreitete Meinung, daß der deutsche Landwirth Branntweinbrenner ist des Branntweins wegen, ist ganz irrig; er brennt Branntwein, um das ihm unentbehrliche Mastfutter auf die ökonomischste Weise zu gewinnen.

Dies Verfahren der Concentration der plastischen, für die Blut- und Fleischerzeugung bestimmten Nahrungsstoffe reiht sich den zahlreichen Fällen an, in denen die Experimentirkunst der Theorie vorangeeilt ist. Zuerst hatte man in der That nur die Branntweingewinnung im Auge, dann hat man die Rückstände verwerthen wollen, und zuletzt hat man gefunden, daß durch den Maisch- und Gährungsproceß deren Fähigkeit, als Mastfutter zu dienen, zunimmt. Für die Verbreitung dieser Art von Wahrheiten sind die Noth und das Bedürfniß Lehrer, deren Einfluß und Ueberzeugungskraft mächtiger ist als alle Wissenschaft.

Aus dem Vorhergehenden ergiebt sich auf eine zweifellose Weise die Bedeutung der plastischen Nahrungsmittel; indem sie zu Elementen des lebendigen Leibes werden, bedingen sie die Fortdauer aller Lebenserscheinungen.

Wenn wir nun in's Auge fassen, daß der thierische Körper nicht blos eine Quelle von Kraft und von vitalen Wirkungen, sondern auch ein Apparat von Wärmeerzeugung ist, daß die in dem Leibe eines erwachsenen Menschen täglich erzeugte Wärmemenge hingereicht haben würde, um in einem Jahre zwanzig- bis fünfundzwanzigtausend Pfund Wasser von dem Gefrierpunkt bis zum Siedepunkte zu erhitzen; wenn wir uns erinnern, daß die animalische Wärme eine Folge der Verbindung des im Athmungsproceß aufgenommenen Sauerstoffs ist, der sich im Leibe mit gewissen Bestandtheilen der Nahrung oder des Körpers verbindet, und die täglich erzeugte Wärmemenge in bestimmtem Verhältniß steht zu der Menge des verbrauchten Sauerstoffs, so giebt die oberflächlichste Beobachtung zu erkennen, daß die Elemente der plastischen Nahrungsstoffe an der Hervorbringung der täglich erzeugten Wärmemenge nur einen sehr untergeordneten Antheil haben konnten.

Vergleichen wir in der That die Menge der täglich verzehrten plastischen Nahrung mit der in derselben Zeit verbrauchten Sauerstoffmenge, so finden wir, daß die verbrennlichen Elemente der ersteren bei weitem nicht hinreichen, um den in das Blut übergegangenen Sauerstoff in Kohlensäure und Wasser zu verwandeln. Der thierische Körper nimmt weit mehr Sauerstoff auf, ein Pferd fünfmal, ein Schwein sechsmal mehr, als zur vollständigsten Verbrennung der plastischen Nahrung erforderlich wäre.

Wenn demnach die brennbaren Elemente der plastischen Nahrungsstoffe zur Wärmeerzeugung dienten, so würde die ganze Menge, welche ein Pferd in dem Heu und Hafer, ein Schwein in den Kartoffeln täglich verzehrt, nur hingereicht haben, um deren Athmungs- und demzufolge Wärmebildungsproceß beim Pferde 4½ Stunden, beim Schweine

4 Stunden täglich zu unterhalten, oder sie würden fünf- bis sechsmal so viel von diesen Nahrungsmitteln genießen müssen.

Aber selbst in diesem letzteren Falle ist es ausnehmend zweifelhaft, ob die Stoffe ihren Eigenschaften nach unter den Verhältnissen, in denen sie im Organismus dem Sauerstoff dargeboten werden, die dem Leibe nöthige Temperatur hervorgebracht und den Wärmeverlust ersetzt haben würden; denn unter allen organischen Substanzen gehören die plastischen Bestandtheile der Nahrung zu denen, welche die Eigenschaft der Verbrennlichkeit und Wärmeentwickelung im allergeringsten Grade besitzen.

Unter den Elementen des Thierkörpers besitzt der Stickstoff die schwächste Anziehung zum Sauerstoff, und was noch weit auffallender ist, er raubt allen verbrennlichen Elementen, mit denen er sich verbindet, mehr oder weniger ihre Fähigkeit, mit dem Sauerstoff eine Verbindung einzugehen, d. h. zu verbrennen.

Jedermann kennt die ausnehmende Entzündlichkeit des Phosphors und Wasserstoffs, aber durch ihre Verbindung mit Stickstoff entstehen Körper, denen unter den gewöhnlichsten Verhältnissen die Eigenschaft der Entzündlichkeit und Verbrennlichkeit völlig abgeht. Der Phosphor für sich entzündet sich schon bei der Temperatur des menschlichen Körpers, er ist leicht oxydirbar durch verdünnte Salpetersäure; der weiße, der Kreide ähnliche Phosphorstickstoff wird erst in der Rothglühhitze und im Sauerstoffgase verbrennlich, ohne fortzubrennen, und wird durch verdünnte Salpetersäure nicht mehr angegriffen. Das Ammoniak, die Wasserstoffverbindung des Stickstoffs, enthält in zwei Volum drei Volum Wasserstoff, aber trotz dem großen Gehalte an diesem so leicht entzündlichen und verbrennlichen Bestandtheil ist das Ammoniakgas durch einen glühenden Körper nicht mehr entzündlich, es brennt selbst in reinem Sauerstoffgas nicht mehr fort. Die meisten Stickstoffverbindungen sind, verglichen mit anderen, schwerverbrennlich, sie sind schwerentzündlich und werden nicht zu den Brennstoffen gerechnet, weil sie während der Verbrennung nur einen geringen Wärmegrad entwickeln, welcher nicht hinreicht, um die zunächst liegenden Theilchen auf die Entzündungstemperatur zu bringen. Nur das kohlenstoffreiche Cyan und die Blausäure sind in Gasform entzündlich und brennen angezündet fort.

In ganz ähnlicher Weise verhält sich das Albumin in dem alkalischen Blut; vergleicht man seine Fähigkeit, sich mit dem Sauerstoff zu verbinden, mit der, welche die stickstofffreien Verbindungen Milchzucker, Traubenzucker und Fett besitzen, so steht es zu diesen in einem ähnlichen Verhältniß wie etwa Silber zum Eisen, und wenn wir die Bestandtheile des thierischen Körpers nach ihrer Verbrennlichkeit, wie die Metalle, in edle und unedle ordnen wollten, so bestehen die geformten Theile desselben aus den edelsten, welche die organische Natur hervorbringt.

Ueberall, wo es den blöden Sinnen des Menschen vergönnt ist, einen Blick in die Tiefe der Schöpfung zu werfen, erkennt er die Größe und Weisheit des Urhebers der Welt; das größte Wunder, was er zu begreifen fähig ist, dies sind die unendlich einfachen Mittel, durch deren

Zusammenwirken die Ordnung im Weltall wie im Organismus erhalten, und das Leben und die Fortdauer der organischen Wesen gesichert ist. Ohne den mächtigen Widerstand, welchen die stickstoffhaltigen Bestandtheile des Thierkörpers, ihrer eigenthümlichen Natur gemäß, vor allen anderen der Einwirkung der Atmosphäre entgegenzusetzen vermögen, würde das organische Leben nicht bestehen.

Wenn das aus den plastischen Nahrungsstoffen entstehende Blutalbumin im größeren Grade das Vermögen besäße, die Respiration zu unterhalten, so würde es vollkommen unfähig für den Ernährungsproceß sein. Wäre das Albumin für sich zerstörbar oder veränderlich durch den eingeathmeten Sauerstoff in dem Kreislauf des Blutes, so würde der verhältnißmäßig kleine Antheil, welcher täglich den Blutgefäßen durch die Verdauungsorgane zugeführt wird, sehr rasch verschwinden; die geringste Störung in der Function der letzteren würde dem Leben eine Grenze setzen müssen.

So lange das Blut neben dem Albumin noch Materien enthält, die es in seiner Verwandtschaft zum Sauerstoff übertreffen, so lange wird der Sauerstoff keine zerstörende Wirkung auf diesen Hauptbestandtheil des Blutes ausüben können, und die Bedeutung der stickstofffreien Bestandtheile der Nahrung ist damit erklärt.

Das Stärkmehl, der Zucker, das Fett, sie dienen zum Schutz der Organe und, in Folge der Verbindung ihrer Elemente mit dem Sauerstoff, zur Erhaltung der Temperatur des Körpers.

Die schwefel- und stickstoffhaltigen Bestandtheile der Nahrung vermitteln die Fortdauer der Kraftwirkungen, die stickstofffreien dienen zur Wärmeerzeugung; die ersteren sind die Formbildner und Krafterzeuger, die anderen unterhalten den Respirationsproceß; es sind Respirationsmittel.

Die Nothwendigkeit des gleichzeitigen Vorhandenseins der plastischen und der Respirationsmittel und ihrer richtigen Mischung in der Nahrung ist hiernach einleuchtend. Die Summe beider, welche der Körper täglich bedarf, ist abhängig von der aufgenommenen Sauerstoffmenge, ihr relatives Verhältniß ist abhängig von dem Wärmeverlust und von dem Verbrauch an Kraft.

Bei gleichem Kraftverbrauch in der Arbeit bedarf der Mensch im Sommer ein kleineres Verhältniß an Respirationsmitteln als im Winter, im Süden weniger als im Norden, und wenn der Mensch dem Gewichte nach gleiche Quantitäten davon in verschiedenen Jahreszeiten oder Klimaten genießt, so sind diese, in dem einen Fall wie die organischen Säuren und der Zucker, reicher an Sauerstoff, in dem anderen, wie der Thran und Speck des Polarländers, reicher an verbrennlichen Elementen.

Weder die Bildung der Organe aus den Bestandtheilen des Blutes, noch ihre Verwendung zu Kraftwirkungen kann gedacht werden ohne die Gegenwart der stickstofffreien Materien. Wir finden in dem Hühnerei auf 10 Theile Albumin 15 Theile stickstofffreie Substanz (Fett in Stärkmehl ausgedrückt), von welcher der größte Theil während der Bebrütung

verschwindet. Durch die Verbindung der Bestandtheile des Fettes mit dem Sauerstoff der Luft wird eine gewisse Wärmemenge entwickelt und die Wirkung der Bebrütungswärme unterstützt, es wird Kohlensäure und Wasser gebildet, und durch letzteres das verdunstende Wasser zum Theil ersetzt; durch die Gegenwart des Fettes wird zuletzt die Wirkung des Sauerstoffs im Gleichgewichte gehalten und auf das richtige Maß seines zu Erzeugung der Gebilde nöthigen Antheils zurückgeführt. Das athmende Thier verbraucht aber eine weit größere Menge Sauerstoff, als zu gleichen Zwecken das Ei während seiner Bebrütung, und es muß demgemäß die Menge der stickstofffreien Bestandtheile seiner Nahrung im Verhältniß zu diesem Mehrverbrauch an Sauerstoff stehen. Man kann vielleicht hieraus schließen, daß das Verhältniß der stickstofffreien zu den plastischen Stoffen im Hühnerei das Minimum ist, welches die warmblütigen Thiere in Beziehung auf den Gehalt an diesen letzteren in ihrer Nahrung bedürfen.

Der Milchzucker und Traubenzucker (der sich aus dem Stärkmehl und Rohrzucker in dem Verdauungsproceß bildet) verschwinden im Blute mit ganz außerordentlicher Schnelligkeit, so daß es nur in sehr wenigen Fällen gelungen ist, diese Materien im Blute nachzuweisen. In gleicher Weise verschwindet in einem Menschen oder Thiere, dessen Gewicht sich von Tag zu Tag nicht ändert, das täglich genossene Fett.

Wenn der Nahrung der Thiere eine größere Menge Fett zugesetzt wird, als dem eingeathmeten Sauerstoff entspricht, so häuft sich dieser Ueberschuß in Zellen an, deren Hüllen aus der nämlichen Substanz bestehen, welche den Hauptbestandtheil der Membranen und der Knochen ausmacht. Wenn die Bestandtheile des Blutes oder der Nahrung für diese Zellenbildung nicht ausreichen, so wird die Substanz der Muskeln dazu verbraucht, das Thier gewinnt an Fett und nimmt ab an Fleisch; über diesen Punkt hinaus häuft sich bei den Gänsen z. B. das Fett im Blute an, es tritt Krankheit, zuletzt der Tod ein. (Persoz in Ann. de chim. et de phys. T. XIV, p. 417. N. S.)

Wenn die Thiere in ihrer Nahrung ein größeres Quantum von plastischen und stickstofffreien (nicht fetten) Nahrungsstoffen genießen, als zur Unterhaltung ihres Lebens- und Athmungsprocesses erforderlich ist, so häufen sich die plastischen Bestandtheile in der Form von Fleisch und Zellgewebe an, die stickstofffreien (Zucker, Milchzucker &c.) verwandeln sich in Fett.

Diese wichtige Thatsache, daß der aus dem Stärkmehl der Körnerfrüchte, der Kartoffeln, der Samen der Leguminosen in der Verdauung entstehende Zucker bei ausreichendem Material für die Zellenbildung im Leibe der Thiere in Fett übergeführt wird, ist durch die Versuche von Persoz und Boussingault (a. a. O. S. 419) außer Zweifel gestellt.

Es ist bereits hervorgehoben worden, daß Traubenzucker und Milchzucker eine der Kohlensäure ähnliche Zusammensetzung besitzen; auf ein Aequivalent Kohlenstoff enthält die Kohlensäure zwei Aequivalente Sauerstoff; der Trauben- und Milchzucker enthalten auf dieselbe Menge Kohlen-

stoff ebenfalls zwei Aequivalente, nämlich ein Aequivalent Sauerstoff, und an der Stelle des zweiten Aequivalents Sauerstoff ein Aequivalent Wasserstoff. Die Ueberführung des Zuckers in Kohlensäure besteht demnach in letzter Form in einer Wasserbildung; der im Athmungsproceß aufgenommene Sauerstoff verbindet sich mit dem Wasserstoff des Zuckers zu Wasser, und wenn der Platz des ausgetretenen Wasserstoffs eingenommen wird von dessen Aequivalent Sauerstoff, so geht der Zucker rückwärts gerade auf in Kohlensäure über. Nach dieser Vorstellung findet in dem lebendigen Körper keine eigentliche Verbrennung des Kohlenstoffs statt, sondern die Kohlensäure wird durch einen sogenannten Substitutionsproceß, in diesem Fall Verwesungsproceß, aus einem an Wasserstoff reichen Körper gebildet, dessen Wasserstoff oxydirt und hinweggenommen und durch ein oder mehrere Aequivalente Sauerstoff ersetzt wird.

Die nächste Bedingung der Fettbildung, oder der Ablagerung der verbrennlichen Elemente der Respirationsmittel im Zellgewebe des Körpers, ist *Mangel an Sauerstoff*; wäre dessen Menge zureichend gewesen, um den Kohlenstoff und Wasserstoff derselben in Kohlensäure und Wasser zu verwandeln, so würden diese Elemente wieder ausgetreten sein; kein Theil derselben hätte sich in der Form von Fett in dem Körper anhäufen können.

Die Bekanntschaft mit den Erscheinungen der Gährung verstattet uns einen Blick in die Vorgänge, durch welche im Leibe der Thiere der sauerstoffreiche Zucker in das sauerstoffarme Fett übergeführt wird.

Die Gährung ist stets in ihrem Resultate eine Spaltung eines zusammengesetzten Atoms in eine sauerstoffreiche und in eine sauerstoffarme Verbindung; indem sich in der Alkoholgährung eine gewisse Quantität von Sauerstoff von den Elementen des Zuckers in der Form von Kohlensäure trennt, erhalten wir den brennbaren, leicht entzündlichen, sauerstoffarmen Alkohol; durch Austreten von Kohlensäure und einer gewissen Menge Wasser erhalten wir aus denselben Zuckerarten das Fuselöl, welches in seinen physikalischen Eigenschaften den Fetten noch weit näher steht; wenn die Abscheidung der Kohlensäure von dem Zucker begleitet ist von der Trennung einer gewissen Menge Wasserstoff, so erhalten wir die Buttersäure, eine wahre fette Säure.

Ganz gleiche Bedingungen setzt die Entstehung des Fettes in dem thierischen Organismus voraus; wir betrachten die Fettbildung als die Folge zweier Processe, welche gleichzeitig nebeneinander vor sich gehen; der eine ist ein unvollkommener Oxydations- (Verwesungs-) Proceß, durch welchen eine gewisse Menge Wasserstoff, der andere ist ein Spaltungs- (Gährungs-) Proceß, durch welchen eine gewisse Menge Sauerstoff in der Form von Kohlensäure sich von den Elementen des Zuckers trennt. (S. d. Thierchemie S. 102.)

Die Meinung, daß diese Umwandlung vermittelt werde durch ein Ferment in der Leber, welches gegen den Zucker in der Fettbildung sich ähnlich verhält wie der Speichel gegen das Stärkmehl oder wie die Magenschleimhaut in der Verdauung, daß also die Leber der Sitz dieses

Processes sei, ist nicht unwahrscheinlich, sie bedarf aber einer näheren Begründung*).

Alle Nahrungsstoffe der Thiere und Menschen enthalten stets und unter allen Umständen eine gewisse Quantität von fetten, oder den Fetten in ihrem Verhalten ähnlichen Substanzen; das Fleisch der wilden Thiere ist in der Regel fettlos.

In allen denjenigen Fällen, in welchen das Körpergewicht und der Fettgehalt des Körpers unverändert bleibt, kann deshalb vorausgesetzt werden, daß Fett, Zucker, Stärkmehl ausschließlich für die Respiration und die letzteren nicht zur Fettbildung verwendet werden. Die Bildung von Fett über die Grenze hinaus, in welcher es der Thierkörper zur Vermittelung der plastischen Processe bedarf, oder die Ablagerung von Fett in der Mästung ist stets die Folge eines Mißverhältnisses in dem Athmungs- und Ernährungsproceß, und eher ein Zeichen eines krankhaften als eines normal gesunden Zustandes.

Die Natur hat die stickstofffreien Nahrungsmittel zur Unterhaltung der Wärmequelle im Thierkörper bestimmt, und alle Nahrung finden wir auf's weiseste für diesen Zweck gemischt; sie hat den Organismus mit dem Vermögen begabt, eine Störung der Lebensfunctionen durch Anhäufung von verbrennlichen Substanzen im Blute auf ein Minimum von Schädlichkeit zurückzuführen; indem diese Stoffe in Fett umgewandelt, vom Blute abgesondert und außerhalb des Blutgefäßsystems, geeignet für eine künftige Verwendung, abgelagert werden, behält das Blut seine normale Mischung. Durch die Abscheidung der verbrennlichen Elemente wird dem Mangel an dem für andere vitale Zwecke unentbehrlichen Sauerstoff im Blute vorgebeugt und ein Gleichgewichtszustand hergestellt.

Die Thatsache, daß auch die plastischen Nahrungsmittel in gewissen Zersetzungsprocessen, wie in der Fäulniß, beinahe gerade auf in Ammoniak und fette Säuren (Buttersäure und Valeriansäure) zerfallen, schließt die Meinung nicht aus, daß auch diese Materien zur Erzeugung von Fett im Thierorganismus unter gewissen Umständen dienen können. Bedeutungsvoll für die Fettbildung im lebendigen Körper scheint es jedenfalls zu sein, daß die Bildung von fetten Säuren, von Buttersäure z. B., aus stickstofffreien Materien außerhalb des Körpers nur durch solche Fermente bewerkstelligt werden kann, deren Elemente sich im Zustande der Buttersäurebildung selbst befinden, und es ist nicht ganz

*) Wenn man eine frische Kalbsleber in Stücke schneidet und mit Wasser bedeckt einer Temperatur von 37 bis 40° C. aussetzt, so stellt sich nach vier bis fünf Stunden ein merkwürdiger Gährungsproceß ein; die Leber bedeckt sich mit einer Menge Blasen eines Gases, welches zum großen Theil aus Wassergas besteht; beim in die Höhe steigen läßt sich jede einzelne Blase an der Oberfläche entzünden. In einem offenen Gefäße bemerkt man in den ersten Stunden der Gährung keinen fauligen Geruch. Es ist hiernach offenbar, daß die Leber eine Substanz enthält, welche in einem gewissen Zustande der Zersetzung in ein Ferment übergeht, kräftig genug um Wasser zu zersetzen, dessen Sauerstoff in Beschlag genommen wird.

unwahrscheinlich, daß auch in dem lebendigen Körper zwischen den plastischen und stickstofffreien Stoffen in der Fettbildung eine ähnliche Beziehung besteht.

Gleiche Gewichte der verschiedenen Respirationsmittel enthalten höchst ungleiche Mengen von brennbaren Elementen, wie folgende Uebersicht anschaulich macht:

| | Traubenzucker. | Rohrzucker. | Stärkmehl. | Alkohol. |
|---|---|---|---|---|
| Kohlenstoff | 40,00 | 42,10 | 44,44 | 52,18 |
| Wasserstoff | 6,66 | 6,43 | 6,17 | 13,04 |
| Sauerstoff | 53,34 | 51,47 | 49,39 | 34,78 |
| | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |

Der Kohlenstoff- und Wasserstoffgehalt der fetten Körper ist weit größer; Olivenöl z. B. enthält 77 Procent, Schweineschmalz und Hammelstalg 79 Procent Kohlenstoff und 11 bis 12 Procent Wasserstoff, alle anderen Fette haben eine zwischen diesen beiden stehende Zusammensetzung.

Da nun die Fähigkeit dieser Körper, durch ihre Verbindung mit dem Sauerstoff Wärme zu entwickeln, abhängig ist von der Menge von brennbaren Elementen, die sie in gleichen Gewichten enthalten, und die Menge des zu ihrer Verbrennung nöthigen Sauerstoffs in demselben Verhältnisse wie diese steigt, so läßt sich ihr relativer Wärmeerzeugungswerth oder Respirationswerth annäherungsweise leicht berechnen. Die folgende Tabelle enthält die verschiedenen Respirationsmittel in einer Reihe geordnet; die Zahlen drücken aus, wie viel dem Verhältniß nach von denselben nöthig ist um eine gegebene Menge Sauerstoff in Kohlensäure und Wasser zu verwandeln, oder annäherungsweise, wie viel man von denselben genießen muß, um bei demselben Sauerstoffverbrauch gleiche Zeiten hindurch den Körper auf einerlei Temperatur zu erhalten.

100 Fett,
240 Stärkmehl,
249 Rohrzucker,
263 Traubenzucker, Milchzucker,
266 Branntwein von 50 Procent Alkoholgehalt,
770 frisches fettloses Muskelfleisch.

Es ist hiernach einleuchtend, daß ein Pfund Fett in Beziehung auf den Athmungsproceß dasselbe leistet, wie $2^2/_5$ Pfund Stärkmehl oder wie $2^1/_2$ Pfund Rohrzucker oder wie $7^7/_{10}$ Pfund Muskelfaser.

Das Fett ist unter allen das beste; die Muskelfaser erscheint als das schlechteste Respirationsmittel. Bei der Berechnung des Respirationswerthes der Muskelfaser ist angenommen worden, daß das genossene Muskelfleisch im Leibe in Harnstoff, Kohlensäure und Wasser verwandelt werde. Diese Voraussetzung ist nur zu einem Theile wahr; denn in dem Harn und den Absonderungen des Darmcanals in den Fäces treten noch andere Stickstoffverbindungen aus, welche ein weit größeres Verhältniß von Kohlenstoff wie der Harnstoff enthalten; der in der Form einer Stickstoffverbindung austretende Kohlenstoff nimmt jedenfalls an der Wärmeerzeugung im Körper nur einen sehr geringen Antheil.

Die plastischen Nahrungsstoffe enthalten Stickstoff und Kohlenstoff im Verhältniß wie 1 : 8 Aeq.; enthielte der Harn nur Harnstoff, so würde der Harn in der Analyse auf 1 Aeq. Stickstoff nur 1 Aeq. Kohlenstoff liefern dürfen; aber in seinen Versuchen über den Ernährungsproceß des Pferdes und der Kuh erhielt Boussingault in dem Pferdeharn Stickstoff und Kohlenstoff im Verhältniß wie 1 : 6,6, im Kuhharn das Verhältniß wie 1 : 16*). (Ann. de chim. et de phys. LXXI. p. 122.) Die Excremente eines Schweines (Harn und Fäces zusammengenommen), welches Kartoffeln als Futter erhalten hatte, enthielten, nach Abrechnung der Holzfaser der Kartoffeln, Stickstoff und Kohlenstoff im Verhältniß von 1 : 10. Auf diese Thatsachen ließe sich vielleicht der Schluß begründen, daß die brennbaren Elemente der plastischen Nahrungsmittel bei vielen Thieren entweder gar nicht oder nur zu einem sehr kleinen Theil durch Haut und Lunge aus dem Körper treten, und daß ihnen an der Erzeugung der thierischen Wärme kaum ein Antheil beigemessen werden kann.

---

*) In besonders zu diesem Zwecke hier angestellten Analysen wurde im Pferdeharn auf 1 Aeq. Stickstoff 5 Aeq., im Kuhharn 8 Aeq., im Menschenharn 1,8 Aeq. Kohlenstoff gefunden.

# Einunddreißigster Brief.

In den beiden vorhergehenden Briefen ist gewissen Bestandtheilen der Samen, Wurzeln, Knollen, der Kräuter, Früchte und des Fleisches das Vermögen zugeschrieben worden, die Processe der Ernährung und Athmung zu unterhalten, und es wird als ein sehr auffallender Widerspruch erscheinen, daß keine der genannten Substanzen, weder der Käsestoff für sich, noch die Substanz der Muskelfaser, das Albumin der Eier oder des Blutes, noch die entsprechenden Pflanzenstoffe, die plastischen Processe, daß das Stärkmehl, der Zucker, das Fett den Respirationsproceß zu unterhalten vermögen, ja was noch mehr Erstaunen erregen dürfte, daß diesen Substanzen, mit einander gemengt, in welchen Verhältnissen es auch sei, ohne die Mitwirkung gewisser anderer Materien die Eigenschaft der Verdaulichkeit abgeht, so zwar, daß sie beim Ausschluß dieser anderen Bedingungen gänzlich unfähig sind, die Fortdauer des Lebens und der Lebenserscheinungen zu vermitteln.

In den zahlreichen von Physiologen und Chemikern angestellten Versuchen, Thiere mit diesen Substanzen, für sich oder gemengt, zu ernähren, starben alle nach kürzerer oder längerer Zeit mit den Erscheinungen, welche den Hungertod begleiten; nach wenigen Tagen schon war selbst der quälendste Hunger nicht vermögend, diese Thiere dahin zu bringen, die vorgelegte Speise zu fressen, indem die bereits gewonnene Erfahrung und der im Anfang betrogene Instinct ihnen sagte, daß die Aufnahme dieser Nahrungsstoffe in ihren Magen für den Ernährungszweck eben so gleichgiltig sei, als wenn sie Steine genössen.

Auf der anderen Seite ist es eine seit Jahrtausenden bewährte Thatsache, daß Fleisch und Brod für sich oder mit einander gemengt, so wie die Milch der Thiere das Leben ohne weitere Mitwirkung irgend eines anderen Stoffes in voller Energie zu erhalten vermögen, und es folgt hieraus von selbst, daß diese Nahrungsmittel, so wie die Pflanzen und Pflanzentheile, welche das gras- und körnerfressende Thier genießt, diejenigen anderen Bedingungen in dem richtigen Verhältnisse enthalten müssen, deren Gegenwart und Mitwirkung unerläßlich nothwendig für den Verdauungs- und Ernährungsproceß ist.

Diese nothwendigen Vermittler der organischen Processe, durch welche die plastischen Nahrungsmittel und die Respirationsmittel diejenigen Eigenschaften erlangen, die sie geschickt und geeignet zur Erhaltung des

Lebens machen, sind die unverbrennlichen Bestandtheile oder die Salze des Blutes.

Die unverbrennlichen Bestandtheile des Blutes aller Thiere sind von einerlei Natur und Beschaffenheit; von den zufälligen oder wechselnden abgesehen, enthält das Blut stets und unter allen Umständen gewisse Mengen von Phosphorsäure, von Alkalien (Kali, Natron), alkalischen Erden (Kalk, Bittererde), Eisen in oxydirtem Zustande und Kochsalz (Chlornatrium).

Alle diese Materien waren, ehe sie zu Bestandtheilen des Blutes wurden, Bestandtheile der Speisen, welche der Mensch, oder des Futters, welches das Thier genoß. Wenn es nun wahr ist, daß diese Substanzen einen bedingenden und nothwendigen Antheil an den Vorgängen nehmen oder genommen haben, um die Bestandtheile der Speisen zu Bestandtheilen des Leibes zu machen, so folgt von selbst, daß keine Art von Nahrung das Leben wird erhalten können, worin diese Stoffe fehlen, daß alle Nahrungsstoffe der Menschen und Thiere, welche die volle Ernährungsfähigkeit besitzen, diese Materien in den zur Blutbildung geeigneten Verhältnissen enthalten müssen, und daß wir der Nahrung ihre Fähigkeit zur Blutbildung nehmen können, wenn wir ihr diese Vermittler ihrer Eigenthümlichkeiten entziehen.

Für die Richtigkeit dieser Schlüsse hat die analytische Chemie die strengsten Beweise geliefert, indem sie gezeigt hat, daß die Rüben, Kartoffeln, die Kräuter, welche das pflanzenfressende Thier genießt, die nämlichen unverbrennlichen Bestandtheile, sehr nahe in demselben Verhältnisse wie sein Blut enthalten*). Die Bestandtheile der Asche des Blutes der körnerfressenden Thiere sind identisch mit der Asche der Körnerfrüchte; die unverbrennlichen Bestandtheile des Blutes der Menschen und der Thiere, welche gemischte Nahrung genießen, sind die Aschenbestandtheile des Brodes, Fleisches und der Gemüse. Das fleischfressende Thier enthält in seinem Blute die Aschenbestandtheile des Fleisches**).

---

| *) Asche von | Schafblut (Dr. Verdeil.) | Ochsenblut (Dr. Stölzel.) | Weißkraut (Stammer.) | Weiße Rüben (Stammer.) | Kartoffeln (Dr. Griepenkerl.) |
|---|---|---|---|---|---|
| Phosphorsäure | 14,80 | 14,043 | 13,7 | 14,18 | 16,83 |
| Alkalien | 55,79 | 59,97 | 49,45 | 52,00 | 55,44 |
| Alkalische Erden | 4,87 | 3,64 | 14,08 | 13,58 | 6,74 |
| Kohlensäure | 19,47 | 18,85 | 12,42 | 8,03 | 12,00 |

Die Aschen sind in Procenten nach Abzug des Kochsalzes und Eisens berechnet, das an 100 Fehlende sind zufällige Bestandtheile wie Schwefelsäure, Kieselerde ꝛc.

| **) Asche von | Hundeblut[1]) (Dr. Verdeil.) | Ochsenfleisch (Dr. Stölzel.) | Schweineblut[2]) (Dr. Strecker.) | Erbsen (Will u. Fresenius.) | Hühnerblut (Dr. Henneberg.) | Roggen (Will u. Fresenius.) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Phosphorsäure | 36,82 | 42,03 | 36,5 | 34,01 | 47,26 | 47,29 |
| Alkalien | 55,24 | 43,95 | 49,8 | 45,52 | 48,41 | 37,21 |
| Alakalische Erden | 2,07 | 6,17 | 3,8 | 9,61 | 2,22 | 11,60 |
| Kieselerde, Schwefelsäure | 5,87 | 7,85 | 9,9 | 10,86 | 2,11 | 3,90 |

[1]) Nahrung mit Fleisch. — [2]) Mit Erbsen und Kartoffeln.

Das Blut aller Thiere besitzt unveränderlich eine alkalische Beschaffenheit, welche von einem freien unverbrennlichen Alkali herrührt.

Alle Nahrungsmittel, welche für sich, wie Brod und Fleisch, oder gemengt mit Vegetabilien den Proceß der Blutbildung und Ernährung zu unterhalten vermögen, enthalten Kohlensäure, oder Phosphorsäure und Alkalien, die beiden letzteren in einem solchen Verhältniß, daß, wenn wir uns diese Bestandtheile in Auflösung denken, die Alkalien unveränderlich vorwalten.

Daß dieses freie Alkali in dem Blutbildungsproceß und in den Functionen des Blutes eine nothwendige Rolle übernimmt, sehen wir unverkennbar aus den bereits erwähnten Versuchen der französischen Akademiker; denn die Hunde, welche mit Thierfibrin, mit Käsestoff*), mit ausgekochtem und ausgepreßtem Muskelfleisch ernährt, den Hungertod starben, empfingen in diesen Nahrungsstoffen eine für die Blutbildung bei weitem nicht zureichende Menge von Alkalien. Das ausgepreßte Muskelfleisch enthält Phosphorsäure und Alkalien in einem solchen Verhältniß, daß, in Lösung gedacht, die Phosphorsäure, und nicht das Alkali vorwaltet; wenn beide gleichzeitig zu Bestandtheilen des Blutes werden könnten, so würde das Blut eine saure und nicht eine alkalische Beschaffenheit annehmen.

Eine saure Beschaffenheit des Blutes erscheint aber bei näherer Betrachtung völlig unverträglich mit den Functionen, welche das Blut in dem Ernährungs- und Athmungsproceß übernimmt. Das freie Alkali ertheilt der Blutflüssigkeit eine Menge sehr merkwürdiger Eigenschaften; durch das Alkali werden die Hauptbestandtheile des Blutes in ihrer flüssigen Beschaffenheit erhalten; die ausnehmende Leichtigkeit, mit welcher sich das Blut durch die feinsten Gefäße bewegt, verdankt es der geringen Durchdringlichkeit der Gefäßwände für die alkalische Flüssigkeit. Das freie Alkali im Blute wirkt als Widerstand gegen eine Menge Ursachen, welche bei Abwesenheit des Alkali's das Albumin zum Gerinnen bringen; je mehr Alkali das Blut enthält, desto höher steigt der Gerinnungspunkt des Albumins; bei einem gewissen Verhältniß von Alkali gerinnt es nicht mehr durch die Hitze. Von dem Alkali hängt die merkwürdige Fähigkeit der Blutflüssigkeit ab, die Oxyde des Eisens, welche Bestandtheile des Blutfarbstoffs sind, so wie andere Metalloxyde zu völlig klaren Flüssigkeiten zu lösen.

Eine besonders wichtige Rolle übernimmt das freie Alkali in dem Athmungs- und Secretionsproceß, die wir bei Betrachtung des Harns näher beleuchten wollen.

Die Bedeutung der Phosphorsäure für den Lebensproceß ist in die Augen fallend, wenn wir beachten, daß diese Säure einen nie fehlenden Bestandtheil aller geformten Theile des thierischen Körpers ausmacht; die Substanz der Muskelfaser, das Blutfibrin, die Gewebe der Lunge,

---

*) Der mit Lab gefällte Käse (Schweizerkäse) enthält nach der Analyse von Johnston auf 45 Th. Phosphorsäure nur 13,48 Alkalien und 41 Th. Kalk und Bittererde.

Leber und Nieren enthalten in chemischer Verbindung eine gewisse Menge Phosphorsäure. Die unverbrennlichen Bestandtheile der Flüssigkeiten des Fleisches sind bei allen Thieren von einerlei Natur und Beschaffenheit, sie bestehen aus phosphorsauren Alkalien, phosphorsaurem Kalk und phosphorsaurer Bittererde. Die Knochen der Wirbelthiere enthalten als unverbrennlichen Bestandtheil über die Hälfte ihres Gewichts an phosphorsaurem Kalk und Bittererde. Die Gehirn- und Nervensubstanz enthalten eine mit einem Fette oder einer fetten Säure gepaarte Phosphorsäure, die letztere zum Theil in Verbindung mit einem Alkali*).

Die in diesen Gebilden enthaltene Phosphorsäure stammt vom Blute. Das Blut enthält unter allen Umständen eine gewisse Menge Phosphorsäure.

Es ist auf dem gegenwärtigen Standpunkte der Wissenschaft noch nicht möglich, eine ganz bestimmte Ansicht über die Art und Weise der Mitwirkung der Phosphorsäure in dem organischen Proceß zu äußern, und wir müssen uns begnügen, ihre Nothwendigkeit für die vitalen Vorgänge aus ihrem constanten Vorhandensein in allen Flüssigkeiten und geformten Theilen des Thierkörpers zu erschließen**).

| *) Asche von | Freie Phosphorsäure. | Phosphorsaure Alkalien. | Phosphorsaure Erden. |
|---|---|---|---|
| Pferdefleisch (Dr. Weber.) | 2,62 | 80,96 | 16,42 |
| Ausgelaugtes Ochsenfleisch (Dr. Keller.) | 17,32 | 48,06 | 26,26 |
| Ochsenhirn (Dr. Breed.) | 16,57 | 74,41 | 9,02 |
| Eigelb (Dr. Poleck.) | 36,74 | 27,25 | 34,70 |

Die phosphorsauren Salze sind nach der Formel $PO^5$, 2MO berechnet. Das Pferdefleisch war vom Vorderarm eines magern Pferdes, vom Blute durch Ausspritzen der Arteria brachialis vollkommen befreit.

**) Einige Thatsachen scheinen dafür zu sprechen, daß die Phosphorsäure und ihre sauren Erdsalze mit dem Albumin, der Substanz der Membranen, wahre chemische Verbindungen einzugehen vermögen, und daß viele Eigenthümlichkeiten der Letzteren, namentlich ihre Unlöslichkeit in Wasser und in alkalischen Flüssigkeiten, davon abhängig sind. Wenn man z. B. Milch mit einer verdünnten Säure vorsichtig bis zum Verschwinden der alkalischen Reaction versetzt und zum Sieden erhitzt, so tritt eine Gerinnung wie beim Eiweiß ein. Der in dieser Weise gefällte Käsestoff unterscheidet sich aber von dem reinen Käsestoff sehr wesentlich durch seine Unlöslichkeit in alkalischen Flüssigkeiten; in gleicher Weise verhält sich der aus Milch durch Lab coagulirte Käsestoff; es sind Verbindungen des Käsestoffs mit phosphorsauren Erdsalzen (Kalk und Bittererde), oder wenn man den sogenannten reinen Käsestoff als eine mit Phosphorsäure gepaarte Säure betrachtet, so ist der unlösliche Käsestoff das coagulirte Kalk- oder Bittererdesalz dieser Säure. An dem Gestehen oder dem Gelatiniren des gewöhnlichen Leims hat der in chemischer Verbindung darin vorhandene phosphorsaure Kalk einen ganz bestimmten Antheil. Man weiß, daß man durch anhaltendes Sieden der Häute und Knochen eine Leimauflösung erhält, welche beim Erkalten zu einer festen Gallerte gerinnt; wenn diese Gallerte in ihrer Lösung für sich oder mit Alkalien versetzt längere Zeit im

Wenn wir uns den thierischen Organismus in zwei Theile getheilt denken, so zeigt die Beobachtung, daß die darin vorgehenden Processe in dem einen Theil durch die Mitwirkung einer vorherrschenden alkalischen Base, in dem anderen durch die einer freien Säure vermittelt werden.

Alle geformten, festen Theile enthalten alkalische Basen und Phosphorsäure in einem solchen Verhältnisse, daß wenn beide mit einander verbunden gedacht werden, die Phosphorsäure vorwaltet. (S. die Note S. 292.)

Das Blut enthält vorwaltend ein unverbrennliches Alkali; aber auch die Lymphe und der Chylus besitzen eine alkalische Reaction, und es scheint hieraus hervorzugehen, daß von dem Alkali nicht blos gewisse Eigenschaften, sondern auch die Bildung und Erzeugung des Blutes abhängig sind.

Die Bildung und Erzeugung der geformten Theile des Körpers kann ohne vorwaltende Phosphorsäure nicht gedacht werden.

Einen ähnlichen Gegensatz beobachten wir im Ei; das Eiweiß des Hühnereies enthält unter seinen unverbrennlichen Bestandtheilen vorwaltend eine alkalische Basis, der Dotter freie Phosphorsäure.

Wenn wir die unverbrennlichen Bestandtheile des Blutes der gras-, körner- und fleischfressenden Thiere mit einander vergleichen, so beobachten wir in dem Verhältniß der Alkalien zur Phosphorsäure ganz außerordentliche Abweichungen.

Das Blut des Schweines und Hundes enthält 36 Procent, das des Huhns über 40 Procent, das des Ochsen und Schafes nicht über 14 bis 16 Procent Phosphorsäure. (Siehe die Note S. 290.)

Wie lassen sich, kann man fragen, so große Verschiedenheiten in Uebereinstimmung bringen mit den constanten Functionen des Blutes? Wenn die unverbrennlichen Bestandtheile des Ochsenblutes in den darin vorkommenden Verhältnissen nothwendig sind für die vitalen Vorgänge im Körper des Ochsen, wie kann man sich erklären, daß das Blut im Leibe des Schweines und Hundes bei einer so abweichenden Zusammensetzung zu denselben Zwecken tauglich ist, die wir in beiden ganz in derselben Weise sich vollenden sehen, wie im Körper des pflanzenfressenden Thieres? In der That giebt die Analyse in den Organen oder den Theilen des Leibes, die sich außerhalb der Blutgefäße befinden, in Beziehung auf diese unverbrennlichen Bestandtheile keinen Unterschied in

---

Sieden erhalten wird, so verliert sich ihre Eigenschaft zu gelatiniren, und zwar geschieht dies unter Abscheidung von phosphorsaurem Kalk.

Das ganz eigenthümliche Verhalten des Blutfibrins gegen Salzsäure ist S. 194 u. 195 hervorgehoben worden. Wenn das in der salzsauren Flüssigkeit gallertartig aufgequollene Blutfibrin damit zum Sieden erhitzt wird, so löst es sich zu einer filtrirbaren Flüssigkeit auf, in welcher sich jetzt Phosphorsäure und Kalk durch Reagentien nachweisen lassen, und mit der Trennung dieser beiden Körper von dem organischen Bestandtheil wird das Blutfibrin ganz wie die Leimsubstanz in kaltem Wasser löslich; es ist wahrscheinlich, daß das Gerinnen des Albumins, des Blutserums und der Eier in der Hitze auf dem Austreten von Alkali und auf der Bildung einer neuen, in Wasser, verdünnten Säuren und Alkalien in der Kälte unlöslichen Verbindung des Albumins mit Phosphorsäure und Kalk beruht.

der Zusammensetzung zu erkennen. Während die Aschenbestandtheile des Blutes eines kräuter= und eines fleischfressenden Thieres in dem Grade von einander abweichen, daß wir durch die Analyse derselben sogleich und mit Bestimmtheit beide an ihrem Phosphorsäuregehalt unterscheiden können, ist es völlig unmöglich, durch die Analyse der unverbrennlichen Bestandtheile des Fleisches das eines Ochsen von dem eines Hundes oder Schweines zu unterscheiden und zu sagen, welche von dem Fleische des Fleischfressers oder dem des kräuterfressenden Thieres gewonnen worden sind. Die unverbrennlichen Bestandtheile der Fleischflüssigkeit des Ochsen, Schafes, Kalbes, Schweines, Hundes, Marders, Fuchses, der Fische enthalten stets Phosphorsäure und Alkalien in dem Verhältnisse, wie die pyrophosphorsauren Salze. Die in kaltem Wasser nicht löslich feste Substanz der Muskeln, des Bindegewebes, der Membranen, der Gewebe der Lunge und Leber enthalten stets überschüssige Phosphorsäure, so daß sich beim Einäschern derselben constant gewisse Mengen von metaphosphorsauren Salzen bilden.

Wenn aber die Theile der Organe und aller Gebilde des Kräuterfressers auch in Beziehung auf ihre unverbrennlichen Bestandtheile gleich zusammengesetzt sind wie die des Fleischfressers, wenn der Wechsel oder die Zunahme des Phosphorsäuregehaltes im Blute das Verhältniß dieser Säure in den Flüssigkeiten des Muskelsystems, den Geweben 2c. nicht vergrößert und die Abnahme im Blut dasselbe nicht kleiner macht, so folgt hieraus von selbst, daß der Mehrgehalt an Phosphorsäure im Blute auf den Bildungsproceß ohne allen Einfluß ist.

Das Blut führt allen Körpertheilen die diesen nöthige Phosphorsäure zu und muß deshalb stets eine gewisse Menge dieser Säure enthalten, aber die Phosphorsäure spielt keine Rolle in dem Bildungsproceß und den Functionen des Blutes, weil ihre Eigenschaften als Säure gänzlich untergehen in dem im Blute vorherrschenden Alkali.

In dem Blute der verschiedenen Thierclassen nehmen wir einen Wechsel in zwei Bestandtheilen, in der Phosphorsäure und Kohlensäure wahr, aber diese Ungleichheit in der Zusammensetzung ist ohne allen Einfluß auf die Eigenschaften des Blutes, es behält seine alkalische Beschaffenheit. In dem Blute des Pflanzenfressers finden wir das Alkali zum Theil verbunden mit Kohlensäure, in dem des Fleischfressers sehen wir diese Kohlensäure vertreten und ersetzt durch Phosphorsäure, ohne Aenderung der Eigenthümlichkeit oder der Functionen des Blutes*).

| *) Asche von | Menschenblut (Dr. Verdeil.) | Kalbsblut (Dr. Verdeil.) | Schafblut (Dr. Verdeil.) |
|---|---|---|---|
| Phosphorsäure | 31,787 | 20,145 | 14,806 |
| Alkalien und alkalische Erden | 58,993 | 66,578 | 60,576 |
| Kohlensäure | 3,783 | 9,848 | 19,474 |

Diese Analysen sollen zeigen, daß mit der Abnahme der Phosphorsäure der Gehalt an Kohlensäure steigt. Die Abweichung in der Menge der Alkalien ist zum Theil nur scheinbar, da unter den Alkalien Kali und Natron begriffen sind, von denen man weiß, daß sie sich in sehr ungleichen Gewichten vertreten; Kochsalz und Eisen sind abgerechnet; das an 100 Fehlende sind zufällige Bestandtheile.

Es ist dies wieder eine der unzähligen Thatsachen, welche die Seele des Beobachters der Einrichtungen in der Natur mit unaussprechlicher Bewunderung erfüllten, daß eben das phosphorsaure Alkali sich gegen Kohlensäure ganz ähnlich verhält, wie ein neutrales kohlensaures Alkali. Allen ihm bekannten Gesetzen entgegen erscheint es dem Chemiker einem Wunder gleich, daß zwei Säuren, eine gasförmige und eine feuerbeständige, eine der schwächsten und eine der stärksten, welche durch ihre Zusammensetzung unter allen Säuren am weitesten von einander entfernt stehen, mit den Alkalien, welche Bestandtheile des Blutes sind, Verbindungen von demselben chemischen Charakter zu bilden vermögen. Das phosphorsaure Natron schmeckt und reagirt alkalisch wie das kohlensaure Alkali, und nimmt in seiner Lösung bei Gegenwart von freier Kohlensäure eben so viel Kohlensäure wie dieses auf, die es in ganz gleicher Weise, nur leichter, beim Schütteln mit Luft, im luftleeren Raum oder beim Verdampfen wieder abgiebt, ohne sein Absorptionsvermögen für Kohlensäure unter anderen Umständen zu verlieren.

Es ist hieraus vollkommen verständlich, daß wenn dem Blute gewisse Functionen angehören, die auf seinen chemischen Eigenschaften, auf seiner alkalischen Beschaffenheit beruhen, daß für diese Zwecke der Wechsel der mit dem Alkali verbundenen Säuren, der Ersatz der Kohlensäure des kohlensauren Alkali's durch Phosphorsäure und umgekehrt, ohne Einfluß ist, weil durch denselben keine Aenderung in den Eigenschaften des Blutes verursacht wird.

Das Blut ist der Boden, von dem aus sich alle Theile des lebendigen Leibes in allen Thieren auf einerlei Weise und von gleicher unveränderlicher Zusammensetzung entwickeln, aber es ist gleichzeitig die Quelle der thierischen Wärme, und seine Canäle sind die Wege, auf denen die für die vitalen Processe untauglichen und die im Lebensprocesse verbrauchten Stoffe (die Producte des Stoffwechsels) den Apparaten der Secretion zugeführt und wieder aus dem Körper entfernt werden.

Für diese Vorgänge muß das Blut alle nothwendigen Bedingungen enthalten: in den verbrennlichen Bestandtheilen den Stoff, welcher zum Träger der vitalen Thätigkeit werden oder zur Wärmeerzeugung dienen soll, in den unverbrennlichen die unentbehrlichen Vermittler von dessen Wirksamkeit. In dem Bildungsproceß sehen wir die Phosphorsäure (und neben ihr keine andere unverbrennliche Säure) eine bestimmte Rolle übernehmen, der Proceß der Blutbildung, Wärmeerzeugung und Secretion stehen unter dem chemischen Einflusse eines vorherrschenden Alkali's.

Aus der theilweisen Ersetzbarkeit der Phosphorsäure durch Kohlensäure und umgekehrt im Blute, ohne Aenderung von dessen Eigenschaften, erklärt es sich, daß durch den Wechsel von vegetabilischer und thierischer Nahrung im Leibe des Menschen keine in den gewöhnlichen Zuständen wahrnehmbare Veränderung der normalen Lebensprocesse herbeigeführt wird, obwohl dadurch in Beziehung auf seine unverbrennlichen Bestandtheile eine wesentliche Verschiedenheit in der Zusammensetzung des Blutes bedingt wird.

Mit der größten Leichtigkeit und Sicherheit läßt sich jetzt aus der

bekannten Zusammensetzung der Aschenbestandtheile der Nahrung die Natur des Blutes vorherbestimmen, da man weiß, daß die des Blutes von der Nahrung stammen, und beide identisch sind.

Besteht die Nahrung aus Brod oder Fleisch, welche nur phosphorsaure, keine kohlensauren Salze in ihrer Asche hinterlassen, so enthält das Blut nur phosphorsaure Salze; setzen wir der Brod- oder Fleischnahrung Kartoffeln oder grüne Gemüse hinzu, so empfängt das Blut damit einen Gehalt an kohlensauren Alkalien; ersetzen wir das Brod oder Fleisch ganz durch Früchte, Wurzeln oder grüne Gemüse, so nimmt das Blut des Menschen die Beschaffenheit und Zusammensetzung des Ochsen- oder Schafblutes an.

Wenn auch der Austausch der Kohlensäure und Phosphorsäure im Blute beim Wechsel der vegetabilischen und animalischen Nahrung auf die Processe der Blutbildung, Ernährung und Wärmeerzeugung ohne bemerklichen Einfluß zu sein scheint, so wird durch diesen Wechsel der Secretionsproceß dennoch sehr wesentlich der Form nach geändert.

Es ist einleuchtend, daß im normalen Gesundheitszustande, in welchem sich das Körpergewicht des Menschen und Thieres nicht ändert, die in den Speisen und im Futter genossenen Alkalien, alkalischen Erden, Phosphorsäure und Eisenoxyd sich im Körper nicht anhäufen, sondern täglich in eben der Menge wieder austreten, in welcher sie in der Nahrung genossen wurden.

Wir wissen mit der größten Bestimmtheit, daß diese Ausscheidung durch zwei Secretionsorgane, durch die Nieren und den Darmcanal vermittelt wird.

Die Aschenbestandtheile des Harns und der Fäces sind im normalen Zustande dem Gewichte nach gleich dem Gewichte der unverbrennlichen Bestandtheile der Nahrung; nur wenn das Individuum an geformten organischen Theilen, d. h. an Körpergewicht zunimmt, bleiben in diesen als Theile, welche zu ihrer Zusammensetzung gehören, gewisse Mengen von phosphorsauren Salzen zurück.

Die Bekanntschaft mit den unverbrennlichen Bestandtheilen der Speise des gesunden Menschen oder des Futters der Thiere setzt uns in den Stand, aus der Kenntniß der Nahrung mit mathematischer Sicherheit die des Harns und der Fäces zu erschließen und vorherzusagen, welche Reaction der Harn besitzen muß und in welchen Verhältnissen diese Bestandtheile in dem Harn und den Fäces enthalten sind.

Die unverbrennlichen Bestandtheile des Brodes, Fleisches, der Samen, Wurzeln, Knollen, Kräuter und Früchte sind in allen diesen Nahrungsmitteln von einerlei Natur und Beschaffenheit, aber in sehr ungleichen Verhältnissen vorhanden; sie lassen sich leicht an ihren Eigenschaften von einander unterscheiden.

Die Alkalien (Kali, Natron) sind für sich und die Verbindung mit Phosphorsäure, Schwefelsäure und Kohlensäure leicht im Wasser löslich.

Die alkalischen Erden (Kalk und Bitterde) sind in ihrer neutralen Verbindung mit Phosphorsäure und Kohlensäure im Wasser n i c h t löslich.

Die kohlensauren und alkalischen Erden lösen sich hingegen in Wasser, welches freie Kohlensäure, die phosphorsauren Erden in Wasser, welches freie Phosphorsäure, eine Mineral- oder eine organische Säure enthält.

Die eben genannten Materien sind die nie fehlenden Bestandtheile der Asche der Speisen des Menschen, oder des Futters der Thiere. Phosphorsäure, die Alkalien und alkalischen Erden (nebst Eisenoxyd und, wie im Futter der Thiere, Kieselerde) sind als solche vor der Verbrennung vorhanden, Schwefelsäure und Kohlensäure sind Producte der Verbrennung des Schwefels und Kohlenstoffs. Wenn wir uns diese Asche mit Wasser in Berührung gebracht denken, so findet eine Theilung der Aschenbestandtheile statt, die löslichen werden vom Wasser aufgenommen, die darin nicht löslichen bleiben im Rückstande.

Enthält die Asche Phosphorsäure und Schwefelsäure (und Kieselsäure) in einem solchen Verhältniß, daß sie zusammen ausreichen, um die vorhandenen Alkalien und alkalischen Erden zu neutralisiren, so erhalten wir:

| in Lösung | | im Rückstande (ungelöst) | |
|---|---|---|---|
| Phosphorsäure<br>(Schwefelsäure) | Kali<br>Natron | Phosphorsäure<br>(Kieselsäure) | Kalk<br>Bittererde<br>Eisenoxyd. |

Reichen die vorhandenen alkalischen Erden hin, um alle Phosphorsäure in der Asche zu binden, fehlt es also an Phosphorsäure, um mit den Alkalien eine Verbindung einzugehen, so bleibt alle Phosphorsäure im Rückstande und man erhält alsdann:

| in dem Wasser gelöst | | im Rückstande | |
|---|---|---|---|
| Kohlensäure<br>(Schwefelsäure) | Kali<br>Natron | Phosphorsäure<br>(Kohlensäure)<br>(Kieselerde) | Kalk<br>Bittererde<br>Eisenoxyd. |

Im lebendigen Körper erleidet die Nahrung ganz dieselbe Veränderung, wie wenn wir sie in einem Ofen verbrannt hätten, und es findet in Beziehung auf die unverbrennlichen Bestandtheile derselben eine vollkommen gleiche Theilung statt.

In dem Verdauungsproceß werden die im Wasser, alkalischen und schwach sauren Flüssigkeiten löslichen verbrennlichen und unverbrennlichen Bestandtheile der Speisen und des Futters löslich gemacht und in den Blutkreislauf aufgenommen. Durch die Wirkung des im Athmungsproceß aufgenommenen Sauerstoffs werden die verbrennlichen in letzter Form verbrannt. Die stickstofffreien werden in Wasser und Kohlensäure, die plastischen in Harnsäure, Hippursäure, Harnstoff, deren Schwefel in Schwefelsäure übergeführt.

Durch die Apparate der Secretion, die Nieren und den Darmcanal werden die obengenannten Producte des organischen Verbrennungsprocesses und die Aschenbestandtheile der Nahrung, in so fern sie für eine weitere Verwendung zu vitalen Zwecken untauglich sind, aus dem Organismus entfernt. Der Harn enthält die löslichen, die Fäces die unlöslichen Aschenbestandtheile der Nahrung.

Die Alkalien sowohl, wie die Producte des Stoffwechsels, welche

damit lösliche Verbindungen bilden, sind im Harn, die übrigen in den Fäces enthalten.

War die Nahrung Brod oder Fleisch, welche in ihrer Asche nur phosphorsaure Salze hinterlassen, so enthält der Harn die Alkalien in der Form von phosphorsauren Alkalien.

Bestand sie aus Wurzeln, Gemüse, Früchten, die in ihrer Asche als lösliche Salze nur kohlensaure Alkalien enthalten, so enthält der Harn kohlensaure Alkalien.

Die im Leibe erzeugten Producte des organischen Verbrennungsprocesses, Schwefelsäure, Harnsäure, Hippursäure, besitzen zu den Alkalien eine starke Verwandtschaft; wenn wir diese Säuren einer Auflösung von phosphorsaurem Natron ($PO_5$, 2MO, HO) oder kohlensaurem Alkali zusetzen, so theilen sie sich mit der Phosphorsäure oder Kohlensäure in das Alkali; indem sie den Salzen dieser Säuren einen Theil der Basis entziehen, wird eine gewisse Menge Phosphorsäure oder Kohlensäure in Freiheit gesetzt.

Ganz dasselbe geht vor sich bei der Absonderung des Harns vom Blute. Die Alkalien enthalten in chemischer Verbindung alle im Blute vorhandenen oder erzeugten Säuren.

Der Harn der Menschen und Thiere enthält stets eine freie Säure, oder ein saures Salz.

Bei der Absonderung des Harns wird in Folge des Hinzutretens von Schwefelsäure, Hippursäure, Harnsäure zu dem phosphorsauren Alkali diesem Salz ein Theil des Alkali's entzogen, ein entsprechender Theil der damit verbundenen Phosphorsäure wird frei, das ursprünglich alkalisch reagirende Salz wird neutral oder nimmt eine saure Reaction an. Bestanden die löslichen Aschenbestandtheile des Futters aus kohlensauren Alkalien, so treten diese im Harn, indem sie sich mit freier Kohlensäure aus dem Blute verbinden, in der Form von sauren kohlensauren Alkalien aus.

Da nun aber eine durch Phosphorsäure (oder eine nicht flüchtige Säure) saure Flüssigkeit die Eigenschaft besitzt, phosphorsauren Kalk und phosphorsaure Bittererde zu lösen, und eine durch Kohlensäure saure Flüssigkeit für kohlensauren Kalk und kohlensaure Bittererde ein ähnliches Lösungsvermögen besitzt, so enthält der durch Phosphorsäure saure Harn stets phosphorsaure Erdsalze, der durch Kohlensäure saure Harn stets kohlensaure Erdsalze in Auflösung.

Bei Fleischnahrung, Brod, Erbsen, Bohnen, Linsen enthält der Harn:

Freie Phosphorsäure,

phosphorsauren { Kalk, Bittererde }

phosphorsaure, schwefelsaure, harnsaure, hippursaure { Alkalien. }

Dieser Harn reagirt bleibend sauer.

Der saure Harn enthält (in der Regel) Harnsäure.

Bei Pflanzennahrung, Heu, Klee, Rüben, Kartoffeln rc. enthält der Harn:

Freie Kohlensäure,

kohlensauren { Kalk, Bittererde }

kohlensaure, hippursaure, schwefelsaure { Alkalien. }

Dieser Harn reagirt vorübergehend sauer, bleibend alkalisch.

Der alkalische Harn enthält keine Phosphorsäure und keine Harnsäure.

Aus diesen Untersuchungen erhellt, daß die saure, alkalische oder neutrale Beschaffenheit des Harns gesunder Menschen oder Thiere, so wie die Gegenwart der Phosphorsäure und Harnsäure, von phosphorsauren oder kohlensauren Erdsalzen im Harn, in letzter Quelle von der Natur und Beschaffenheit der Aschenbestandtheile der Speisen oder des Futters abhängig ist.

Der Harn eines mit Kartoffeln ernährten Schweines, welcher alkalisch ist, wird sauer, sobald das Thier Korn oder Erbsen in seiner Nahrung empfängt; in ganz ähnlicher Weise verliert der Harn des Menschen seine gewöhnliche saure Reaction und wird neutral oder alkalisch, wenn der Speise saftige Früchte, Kirschen, Aepfel, Kartoffeln, Wurzeln und grüne Gemüse in einem gewissen Verhältniß zugesetzt werden.

Die Salze des Harns werden von dem Blute abgesondert durch die Nieren; vor dieser Absonderung waren sie Bestandtheile des Blutes.

Die chemische Analyse des Harns setzt uns in den Stand, die unverbrennlichen Bestandtheile desselben mit denen des Blutes zu vergleichen, und es zeigt die Beobachtung, daß in Beziehung auf das Verhältniß der im Wasser löslichen Salze mit alkalischen Basen kaum ein Unterschied zwischen beiden besteht*). Wenn wir das Blut von einem gesunden Individuum und gleichzeitig dessen Harn einäschern, und die Asche mit Wasser auslaugen, so sind die im Wasser löslichen Salze des Blutes von denen des Harns ihrer Natur nach nicht verschieden, und es ist ausnehmend wahrscheinlich, daß auch in Beziehung auf ihre relativen Mengen ein constantes Verhältniß besteht.

Wir haben demnach alle Hoffnung, daß wir durch eine sehr einfache chemische Operation im Stande sein werden, von dem Harn rückwärts zu bestimmten Schlüssen auf die Beschaffenheit und Zusammensetzung des Blutes zu gelangen, und es bedarf nur einer kleinen Anzahl von vergleichenden Untersuchungen des Harns und Blutes in den verschiedenen Krankheiten, um die Krankheitslehre mit einem, in der Sicherheit seiner Anzeigen unschätzbaren Mittel zu bereichern, durch dessen Hülfe der Arzt die Veränderungen in der Zusammensetzung des Blutes in Krankheiten feststellen, und deren Einfluß auf die Functionen des Blutes und damit auf die wichtigsten vitalen Vorgänge beurtheilen kann.

Es gehören nicht viel chemische Kenntnisse dazu, um einzusehen, daß die Ermittelung des Gesetzes der Abhängigkeit der Functionen und Beschaffenheit des Blutes von der Natur und Quantität der unverbrenn-

*) Analysen von Menschen-Harn nach Abzug des Kochsalzes:

| | Phosphorsäure. | Alkalien. | Alkalische Erden. | Schwefelsäure, Kieselsäure. |
|---|---|---|---|---|
| Harn (Porter) Gießen. | 34,24 | 47,76*) | 7,62 | 12,38 |
| Harn (Dr. Fleitmann) Berlin. | 34,03 | 48,03 | 9,02 | 8,92 |

*) darunter 4,06 Natron als Kali berechnet.

lichen Bestandtheile desselben, der unterste Stein der Grundlage der Medicin und Physiologie, und daß es vollkommen thöricht ist, vor der Legung dieses Steins, welcher die Lösung aller Fragen der thierischen Oekonomie trägt, an eine rationelle Heilwissenschaft nur zu denken. Für den Chemiker ist es ganz unmöglich, zu verkennen, daß die alkalische Beschaffenheit des Blutes eine der ersten und wichtigsten Bedingungen des organischen Verbrennungsprocesses, der Wärmequelle und des Stoffwechsels ist.

Eine Menge organischer Verbindungen empfangen bei Berührung oder in Gegenwart von freiem Alkali das Vermögen, sich mit Sauerstoff zu verbinden (zu verbrennen), was sie für sich oder bei gewöhnlicher Temperatur oder bei der Temperatur des thierischen Körpers durchaus nicht besitzen. (Chevreul.) Ganz besonders in die Augen fallend beobachtet man den Einfluß des Alkali's an solchen Stoffen, welche gefärbt sind und unter diesen Umständen entfärbt werden, oder an farblosen, die sich färben, indem sie zerstört werden. Der Carmin, der dauerhafteste organische Farbstoff, den wir kennen, die Farbstoffe des Campeche- und Brasilienholzes, der Blutfarbstoff lösen sich in Kalilauge und erhalten sich monatelang unverändert; aber in dem Augenblick, wo man Luft oder Sauerstoffgas zu dieser Mischung treten läßt, wird dieses Gas mit Schnelligkeit absorbirt und diese Farbstoffe zerstört. (Chevreul.)

Die farblose Auflösung von Pyrogallussäure oder Gallussäure färbt sich in ihrer alkalischen Lösung bei Sauerstoffzutritt (s. S. 253) dunkelroth und wird in wenigen Minuten zerstört. Selbst der Alkohol oxydirt sich, wenn er ein freies Alkali enthält, bei gewöhnlicher Temperatur und färbt sich braun.

Der Milch- und Traubenzucker entziehen bei Gegenwart einer alkalischen Base in gelinder Wärme selbst Metalloxyden ihren Sauerstoff (s. S. 272).

Eine ganz ähnliche Wirkung bringen die Alkalien im Blute hervor, sie vermitteln und erhöhen die Verbrennlichkeit der Respirationsmittel.

Auf eine entscheidende Weise zeigt sich der Einfluß der Alkalien in dem Verhalten der Salze der organischen Säuren in dem Kreislauf des Blutes. Seit langem hatte man die Beobachtung gemacht, daß beim Genuß von saftigen Früchten, Kirschen, Erdbeeren, Aepfeln ꝛc., der Harn alkalisch wird. Alle diese Früchte, so wie die Säfte der Wurzeln, Knollen und Kräuter, enthalten diese Alkalien in der Form von pflanzensauren Salzen, in der Regel als äpfelsaures (alles Kernobst, Ananas), citronensaures (Steinobst, Johannisbeeren, Kartoffeln), weinsaures (Weintrauben) Alkali. Es ist von Gilbert Blane und Wöhler nachgewiesen worden, daß sich die Salze für sich genau verhalten wie die Salze in diesen verschiedenen Pflanzentheilen; durch den Mund (oder in einem Klystier) genommenes citronensaures, weinsaures, äpfelsaures, essigsaures Kali erscheinen in dem Harn als kohlensaures Kali.

In ihren neutralen oder sauren Salzen dem Blute zugeführt, verbrennen die Säuren dieser Salze eben so vollständig wie in dem voll-

kommensten Verbrennungsapparate. Die in dem Harn der Pflanzenfresser vorherrschenden kohlensauren Alkalien stammen von derselben Quelle, von den in dem Futter enthaltenen pflanzensauren Alkalien her.

In ganz gleicher Weise wird die Harnsäure bei Gegenwart von Alkali in dem Organismus zerstört. In dem Harn von Kaninchen, denen man verhältnißmäßig große Gaben Harnsäure in der Form von harnsaurem Kali (bis 2 zu $2^1/_2$ Gramm) gegeben hatte, ließ sich keine Harnsäure mehr entdecken; die Harnsäure war übergeführt in Oxalsäure und Harnstoff, dessen Menge den gewöhnlichen Gehalt des Harns in demselben wenigstens um das Fünffache überstieg. (Frerichs.) Der Harnstoff entspricht aber, wie man weiß, der Kohlensäure; es ist Kohlensäure, in welcher die Hälfte des Sauerstoffs ersetzt und vertreten ist durch sein Aequivalent Amid ($NH_2$).

Der Grund der ausnehmend gesteigerten Verbrennlichkeit aller dieser Substanzen ist offenbar, wie die einfachsten Betrachtungen beweisen, die alkalische Beschaffenheit des Blutes.

Die pflanzenfressenden Thiere verzehren in ihrem Futter eine Menge Pflanzensäuren in freiem Zustande, welche gleich den an die alkalischen Basen gebundenen Säuren im Blutkreislauf zerstört werden und verschwinden; in ihrem Organismus wird, wie kaum zu bezweifeln ist, gerade so wie im Leibe des Fleischfressers, Harnsäure als unvollkommenes Verbrennungsproduct der im Stoffwechsel verbrauchten plastischen Bestandtheile erzeugt, aber diese Harnsäure erscheint im gesunden Zustande niemals in ihrem an freiem Alkali reichen Harn.

Wir erklären uns diese Erscheinung auf eine befriedigende Weise aus dem Gehalt ihres Blutes an kohlensaurem Alkali.

Die Pflanzensäuren, indem sie in das Blut gelangen, oder die Harnsäure, die im Leibe erzeugt wird, zersetzen die kohlensauren Alkalien im Blute und bilden neutrale Salze, welche durch den vorhandenen Sauerstoff eben so schnell zerstört werden, als sie sich bilden. Die freigewordene Kohlensäure entweicht durch die Lunge.

Die nämlichen organischen Säuren, welche in der Form von Salzen, d. h. begleitet von alkalischen Basen, auch in dem Blute des Menschen mit Schnelligkeit verschwinden, erscheinen, wenn sie ohne diese Alkalien genossen werden, zum großen Theil unverändert im Harn; selbst die verbrennlichsten unter ihnen, wie die Weinsäure und Gallussäure, werden unter diesen Umständen im Blute des Menschen unverbrennlich. Die genossene Gallussäure ist besonders leicht im Harn an der Eigenschaft zu erkennen, mit Eisenoxydsalzen eine dintenschwarze Flüssigkeit zu bilden.

Der Grund dieser Unverbrennlichkeit ist der Mangel an dem die Wirkung des Sauerstoffs bedingenden freien Alkali.

Das Blut des Menschen (und des Hundes, mit welchem eine große Anzahl dieser Versuche angestellt wurden) enthält kein kohlensaures, sondern phosphorsaures Alkali.

Es ist nun ganz gewiß, daß die neutralen pflanzensauren Salze die alkalische Beschaffenheit dieses Blutes nicht ändern, während die freien

Säuren bei ihrem Uebergang in das Blut, indem sie sich eines Theils des Alkali's bemächtigen, eine entsprechende Menge der damit verbundenen Phosphorsäure in Freiheit setzen müssen, welche nicht wie die Kohlensäure gasförmig und ausathembar ist, sondern die ihren Platz im Blute nur dann verläßt, wenn sie durch eine Ursache dazu genöthigt wird. Wir müssen uns denken, daß der Theil des Blutes, zu welchem die Säuren gelangen, seine alkalische Beschaffenheit gänzlich verlor, daß er sogar vorübergehend sauer wurde (eine Beschaffenheit, welche durch die Function der Nieren wieder aufgehoben wurde), und daß in Folge dieses Zustandes die genannten Säuren oder ein Theil derselben in dem Blutkreislauf ihre Veränderlichkeit und Verbrennlichkeit verloren; wäre das Blut, welches die freie Gallussäure aufgenommen hatte, alkalisch geblieben, so würde diese Säure zerstört worden sein; denn ein freies Alkali und Sauerstoff sind völlig unverträglich mit dem Bestehen der Gallussäure.

Die Eigenthümlichkeiten des Blutes des Menschen und der fleischfressenden Thiere, welche durch ihren überwiegenden Gehalt an Phosphorsäure bedingt werden, zeigen sich in dem Secretionsproceß in vollem Lichte. Der chemischen Wirkung des Alkali's setzt sich in der damit verbundenen Phosphorsäure ein gewisser Widerstand entgegen, welcher in dem Blute des kräuterfressenden Thieres fehlt. Mit der Gegenwart der Phosphorsäure im Blute steht die bleibend saure Beschaffenheit des Harns und die Secretion der Harnsäure, mit der überwiegenden alkalischen Beschaffenheit des Blutes der Kräuterfresser das Verschwinden der Harnsäure in deren Harn in genauester Beziehung.

Der Gehalt an freier Kohlensäure in dem Harn der Pflanzenfresser ist zum großen Theil durch die Verwandtschaft des kohlensauren Alkali's zur Kohlensäure bedingt; die Absonderung der freien Säuren in dem Harn der Fleisch- und Körnerfresser ist hingegen offenbar eine nothwendige Bedingung zur Erhaltung der alkalischen Beschaffenheit ihres Blutes.

Wenn wir uns denken, daß diese Absonderung auch nur vorübergehend in Folge einer Störung in der Function der Nieren unterdrückt sei, oder daß durch einen krankhaften rascheren Umsatz in den Gebilden (Entzündung, Fieber) die in diesen Theilen gebundene Phosphorsäure frei wird und zu dem Blute tritt, so muß die Aenderung in der alkalischen Beschaffenheit des Blutes sich sogleich durch vermehrte Secretion von Harnsäure und durch eine Aenderung des Respirationsprocesses zu erkennen geben.

Man versteht nach diesen Betrachtungen die oft wunderbaren Erfolge, welche die Aerzte durch eine rationelle Diät, durch eine mit Kenntniß und Ueberlegung gemachte Wahl der Speisen, durch Mineralwasser, Kräuter- und Molkenkuren in vielen Krankheiten erzielen.

Wenn man das Fleisch und Brod in der gewöhnlichen Nahrung durch saftreiche Pflanzennahrung, durch Obst und Früchte ersetzt, so wird ohne allen Zweifel das Blut in seiner chemischen Mischung verändert, aber diese Aenderung beruht in keiner Weise auf einem Wechsel

in seinen organischen oder verbrennlichen Bestandtheilen, denn das Fibrin und Albumin des Ochsenblutes weichen in ihrem chemischen Bestand nicht im Geringsten ab von dem des Blutes des fleisch- und körnerfressenden Thieres, sondern in einem Wechsel in den unverbrennlichen Bestandtheilen, in einem Ersatz des in so vielen (typhösen und Entzündungs-) Krankheiten störenden Einflusses der Phosphorsäure oder des phosphorsauren Alkali's durch kohlensaures Alkali.

Es giebt wohl keine Thatsache, welche überzeugender für die Function des Darmcanals als eines Secretionsorgans zu sprechen scheint, als der Mangel des Eisens im Harn überhaupt und die Abwesenheit der phosphorsauren Salze im Harn der Pflanzenfresser.

Wir begreifen, daß keine Substanz im Harn enthalten sein kann, welche unlöslich in dieser Flüssigkeit ist, und daß phosphorsaurer Kalk und phosphorsaure Bittererde in dem Harn des Pferdes und der Kuh deshalb fehlen, weil eine Flüssigkeit, welche so beträchtliche Mengen kohlensaure Alkalien und kohlensaure Erden enthält, kein Lösungsvermögen für phosphorsaure Erden besitzt*). Wir finden in dem Harn der Kuh und des Pferdes keine Phosphorsäure, obwohl beide in ihrem Futter täglich eine große Menge von Phosphorsäure in der Form von löslichen phosphorsauren Alkalien genießen, welche Bestandtheile ihres Blutes wurden; die chemische Analyse des Harns**) von den nämlichen Thieren, von welchen die Fäces***) und das Futter†) analysirt worden war, zeigt uns, daß diese letzteren alle genossene Phosphorsäure in der Form von phosphorsaurem Kalk und phosphorsaurer Bittererde enthalten ($PO_5,2MO$), und es kann kein Zweifel darüber bestehen, daß die

*) Eine Auflösung von kohlensaurem Kalk in kohlensäurehaltigem Wasser, welche mit so viel Brunnenwasser verdünnt ist, daß kohlensaures Kali oder Natron darin keinen Niederschlag bewirkt, giebt beim Zusatz der kleinsten Menge phosphorsauren Natrons sogleich eine bleibende Trübung von phosphorsaurem Kalk.

**) Harn (nach Abzug von Kochsalz) ***) Fäces

| | **) Harn Pferd. (Arzbächer.) | **) Harn Kuh. (Arzbächer.) | ***) Fäces Pferd. (Buchner.) | ***) Fäces Kuh. (Buchner.) |
|---|---|---|---|---|
| Kali | 28,97 | 56,74 | 9,33 | 17,15 |
| Natron | | 1,31 | 0,61 | 6,30 |
| Kohlensäure | 27,28 | 31,04 | | |
| Kalk | 27,75 | 1,74 | 5,22 | 7,31 |
| Bittererde | 4,22 | 4,09 | 2,03 | 4,50 |
| Eisenoxyd | 0,79 | 0,31 | 2,03 | 3,34 |
| Schwefelsäure | 6,48 | 4,63 | 3,92 | 3,23 |
| Kieselerde | | | 59,96 | 41,00 |
| Phosphorsäure | | | 7,92 | 17,05 |
| | 100 | 100 | 100 | 100 |

†) Das Pferd erhielt täglich im Durchschnitt 3½ Pfund Hafer, 4 Pfund Roggenbrod, 10 Pfund Heu, 5 Pfund Kornstroh; die Kuh circa 52 Pfund Branntweinschlempe, 12 Pfund Roggenstroh, 2 Pfund Heu, 1 Pfund Erbsenstroh, 1 Pfund Haferstroh, 1 Pfund Gerstenstroh, 12 Pfund Runkelrüben. Von

in Folge des Stoffwechsels freigewordene Phosphorsäure, welche vermöge der chemischen Beschaffenheit des Harns durch die Nieren nicht austreten konnte, von dem Blute aus dem Darm zugeführt werden muß, daß mithin ein Theil des Darmcanals die Function der Nieren als Organ der Absonderung übernimmt. Es ist schwer, vom anatomischen oder chemischen Standpunkt aus sich eine klare Vorstellung von diesem Absonderungsproceß zu machen, von dessen Vorhandensein wir in krankhaften Zuständen (in Diarrhöen z. B.) die überzeugendsten Beweise erblicken; aber die Schwierigkeit der Erklärung hebt in der Naturforschung die Wahrheit einer Thatsache nicht auf.

Außer den genannten unverbrennlichen Bestandtheilen enthält das Blut der Menschen und Thiere eine gewisse Menge Kochsalz und Eisen. Die Menge des Kochsalzes beträgt in der Regel über die Hälfte des Gesammtgewichtes aller übrigen unverbrennlichen Bestandtheile des Blutes.

Die Verschiedenheit der Nahrung ist ohne bemerklichen Einfluß auf den Kochsalzgehalt des Blutes; das Blut eines Hundes, welcher 18 Tage lang mit Fleisch gefüttert worden war, enthielt dieselbe Menge Kochsalz wie nach zwanzigtägiger Fütterung mit Brod. Der Kochsalzgehalt des Blutes des Menschen, Schafes, Schweines, Ochsen, Kalbes beträgt zwischen 50 und 60 Procent von dem Gesammtgewicht aller Aschenbestandtheile. Der Unterschied der in den verschiedenen Analysen erhaltenen Kochsalzmengen rührt zum Theil von der Schwierigkeit her, bei der Einäscherung des Blutes die Verflüchtigung von Kochsalz zu vermeiden, theils ist der ungleiche Procentgehalt in dem Blute verschiedener Thiere durch den ungleichen Gehalt an anderen Aschenbestandtheilen, an Phosphorsäure oder Kohlensäure bedingt.

Der große Gehalt an Kochsalz im Blute ist bemerkenswerth genug, um in Beziehung auf die Frage über dessen Nothwendigkeit für den Lebensproceß in Betrachtung gezogen zu werden.

Es bedarf keiner besonderen Hervorhebung, daß alles im Blute vorhandene Kochsalz von der Nahrung stammt; wenn wir aber die Aschenbestandtheile der vegetabilischen Nahrung, welche die Kuh, das Pferd ꝛc.

---

diesem Futter wurde die Asche der Kartoffelschlempe, des Hafers und des Heues durch Herrn Porter der Analyse unterworfen.

| | Heu | Hafer | Branntweinschlempe | deren im Wasser lösl. Bestandtheile |
|---|---|---|---|---|
| Kali | 20,08 | 12,94 | 38,52 | 54,18 |
| Natron | 10,84 | 2,02 | 4,47 | 6,17 |
| Phosphorsäure | 17,35 | 15,43 | 16,78 | 11,99 |
| Kalk | 8,24 | 3,00 | 5,19 | 11,99 |
| Bittererde | 4,00 | 7,08 | 7,33 | |
| Eisenoxyd | 1,82 | 0,60 | 1,50 | |
| Schwefelsäure | 2,10 | 0,49 | 6,10 | 8,72 |
| Kochsalz | 5,09 | | 4,00 | 5,91 |
| Kieselsäure | 30,00 | 53,97 | 2,84 | 12,12 |
| Kohlensäure | 0,67 | | 12,27 | |
| | 100 | 100 | 100 | 100 |

genießen, mit den Aschenbestandtheilen ihres Blutes vergleichen, so beobachten wir einen auffallenden Unterschied; der Kochsalzgehalt der Blutasche ist weit (oft zehnmal) größer als der der Futterasche; die Vergleichung der Aschenbestandtheile des Harns mit denen des Blutes ergiebt ferner, daß der Kochsalzgehalt der Harnasche stets kleiner ist als der der Blutasche, er entspricht dem Kochsalzgehalt der Nahrung. Diese Verhältnisse scheinen den Schluß zu begründen, daß in dem Blutgefäßsystem eine Ursache wirksam ist, die sich (da der Kochsalzgehalt des Blutes nicht über eine gewisse Grenze steigt) der Vergrößerung und eben so einer Verminderung dieses Gehaltes entgegensetzt, daß das Kochsalz also nicht blos ein zufälliger, sondern ein constanter Bestandtheil der Blutflüssigkeit und dessen Menge bis zu einer gewissen Grenze unveränderlich ist.

Unter den Nahrungsmitteln aus dem Pflanzenreich enthalten die Samen die kleinste Menge Kochsalz, die Gemüsepflanzen und das Wiesengras (vorzüglich Lolium perenne) unter den Pflanzen des Continents am meisten.

Es ist nicht leicht, die ganze Bedeutung des Kochsalzes für den Lebensproceß mit eben der Bestimmtheit festzusetzen, wie wir dies für die Phosphorsäure und den Kalk können, deren absolute Nothwendigkeit für den Bildungsproceß eine feststehende Thatsache ist, indem sie Bestandtheile aller Gebilde sind. Das Kochsalz dient im Organismus zur Vermittelung der allgemeinsten Vorgänge, ohne durch seine Bestandtheile Antheil an dem Bildungsproceß zu nehmen, kein Theil der organischen Gebilde enthält Chlor in chemischer Verbindung; es giebt aber keine Flüssigkeit des thierischen Körpers, in welcher Chlor als Bestandtheil fehlt. Wir finden in Thieren, welche wie die des Continents in ihrer Nahrung nur Kalisalze und außer Kochsalz keine Natrium- und keine Chlor-Verbindung genießen, die Elemente des Kochsalzes, aber getrennt an verschiedenen Orten, wieder. In dem ganzen Muskelsystem, in der Fleischflüssigkeit ist eine reichliche Menge Chlor an Kalium, nicht an Natrium gebunden; dieses Chlor stammt von Kochsalz. In dem Secret der Leber, der Galle der Landthiere finden wir eine überwiegende Menge Natriumoxyd, dessen Natrium in der Nahrung als Kochsalz genossen wurde. In dem Blute des Pferdes, der Kuh und im Allgemeinen der kräuterfressenden Thiere überwiegt die Menge des kohlensauren Natrons die des Kali's um das doppelte bis dreifache, obwohl die Asche ihrer Nahrung kaum eine Spur von kohlensaurem Natron enthält. Diese Verhältnisse sind durch ihre Beständigkeit ganz zuverlässige Merkzeichen, daß das Natrium oder Natron vermöge seiner Eigenthümlichkeiten für die Vorgänge im Blute und Blutgefäßsystem, und das Kalium oder die Kalisalze aus gleichem Grunde für die in dem Muskelsystem sich vorzugsweise eignen, und daß diese beiden Alkalien, so ähnlich sie sich auch in anderen Eigenschaften sind, in Beziehung auf alle Zwecke, zu welchen sie dienen, sich gegenseitig nicht ersetzen können. In dem Blute der Menschen und der körnerfressenden Thiere ist das darin enthaltene phosphorsaure Kali stets begleitet von Kochsalz; wir

wissen aber, daß diese beiden Salze neben einander nicht bestehen können, ohne sich gegenseitig umzusetzen in phosphorsaures Natron, welches in seinen chemischen Eigenschaften dem kohlensauren Natron am nächsten steht, und in Chlorkalium*).

Wenn man ferner berücksichtigt, daß die in dem Magensafte häufig vorkommende bei der Verdauung wirksame Säure freie Salzsäure ist**), welche von dem Kochsalz stammt, so scheinen alle diese Thatsachen zusammengenommen als unwiderlegliche Beweise der Nothwendigkeit des Kochsalzes für den Lebensproceß und des Kochsalzzusatzes zu der Speise des Menschen und des Futters der Thiere angesehen werden zu müssen.

Die Wirkung der freien Salzsäure auf die plastischen Bestandtheile der Speisen ist sehr bemerkenswerth; der Kleber der Getreidearten, das Fleischfibrin lösen sich z. B. in Wasser, welches durch Zusatz von Salzsäure kaum sauer ist, in der Körperwärme leicht und mit Schnelligkeit auf, und diese Löslichkeit nimmt nicht zu, sondern ab, wenn man die Menge der Säure in der Flüssigkeit vermehrt, so daß alles Aufgelöste durch mäßig concentrirte Salzsäure wieder niedergeschlagen werden kann. Aehnlich wie die concentrirte Salzsäure wirkt eine Kochsalzlösung. Das nämliche Wasser, welches durch Zusatz von $^1/_{1000}$ Salzsäure ein kräftiges Lösungsmittel für die genannten plastischen Bestandtheile wird, verliert sein Lösungsvermögen bei einem Gehalt von etwas mehr wie 3 Procent Kochsalz, und es läßt sich aus einer sauren Auflösung von Kleber oder Fleischfibrin alles Gelöste durch eine Kochsalzlösung wieder abscheiden.

Die so eben hervorgehobenen Beziehungen der Bestandtheile des Kochsalzes zu den organischen Processen sind sicher nicht die einzigen, welche dieser durch ihre Verbreitung und Allgegenwart in den organischen Wesen so merkwürdigen Verbindung zukommen; es ist mehr als wahrscheinlich, daß es für sich durch seine eigenthümlichen Eigenschaften als Kochsalz gewisse Vorgänge vermittelt, vielleicht bedingt.

Man darf sich nur daran erinnern, daß das Kochsalz die unter den Salzen ganz ungewöhnliche Eigenschaft besitzt, mit Harnstoff eine in schönen, großen, wasserhellen rhombischen Prismen krystallisirbare chemische Verbindung zu bilden, welche in dem kochsalzhaltigen Harn stets vorhanden ist***). Selbst in der Glasfeuchtigkeit des Auges findet sich der Harnstoff begleitet von Kochsalz. Durch seine Verbindung mit Kochsalz verliert der Harnstoff gewisse Eigenschaften, die demselben als einer

*) Wenn man eine mäßig concentrirte Lösung von phosphorsaurem Kali mit einer Kochsalzlösung vermischt und in der Kälte ruhig stehen läßt, so krystallisirt sehr bald phosphorsaures Natron in schönen Krystallen aus.

**) Die früheren Erfahrungen von Prout und L. Gmelin haben in der neuesten Zeit durch Dr. Schmidt in Dorpat für viele Fälle Bestätigung erhalten.

***) Unter den Salzen gehen nur manche salpetersaure Salze ähnliche Verbindungen mit dem Harnstoff ein. Von dem Vorhandensein der Kochsalzverbindung im Harn der Thiere und Menschen rührt es her, daß man oft aus mäßig concentrirtem Harn durch Salpetersäure keinen salpetersauren Harnstoff erhält, und daß in concentrirtem nach dem Zusatz von Salpetersäure mehr Harnstoff zurückbleibt als der Löslichkeit des salpetersauren Harnstoffs entspricht.

organischen Verbindung zukommen, und es dürften genauere Beobachtungen vielleicht darthun, daß die Abwesenheit des Harnstoffs, des Endproductes des organischen Stoffwechsels, so wie die des Kochsalzes im Muskelsystem, und die Aufnahme oder der Uebergang des Harnstoffs in das Blutgefäßsystem und dessen Absonderung durch die Nieren in engerem Zusammenhange mit der Gegenwart des Kochsalzes stehen, als man gewöhnlich sich denkt.

Wenn man ferner in's Auge faßt, daß der Instinct der stärkmehlreichen Nahrung Kochsalz in weit größerer Menge zusetzt, als anderen Speisen, daß Kartoffeln ohne Kochsalz für die meisten Menschen kaum genießbar sind, so wird man unwillkürlich an die merkwürdige Verbindung erinnert, welche das Kochsalz mit Traubenzucker, dem Producte der Verdauung des Stärkmehls eingeht; es ist bekannt, daß der diabetische Harn in der Regel diese Verbindung enthält, und auf die Absonderung des Zuckers durch die Nieren kann die Gegenwart des Kochsalzes nicht ohne Einfluß sein.

Es kann bei dieser Gelegenheit nicht übergangen werden zu erwähnen, daß die Landwirthe die Frage der Nothwendigkeit oder Nützlichkeit des Kochsalzzusatzes zu dem Futter der Thiere in ihrer Weise zu lösen sich bemühten. Das Resultat der werthvollen Versuche von Boussingault ist in dieser Beziehung entscheidend, klar und verständlich; der Salzzusatz zum Futter war ohne Einfluß auf den Fleisch-, Fett- oder Milchertrag; aber, sagt Boussingault, „das Salz schien auf das Ansehen und die Beschaffenheit der Thiere eine günstige Wirkung zu haben; nach den ersten 14 Tagen bemerkte man zwischen den beiden Losen (jedes von drei Stieren) keinen bemerklichen Unterschied, aber im Laufe des darauf folgenden Monats war der Unterschied im Ansehen selbst für ein wenig geübtes Auge offenbar; bei den Thieren beider Lose zeigte das Befühlen eine feine, markige Haut, aber die Haare der Stiere, welche Salz bekommen hatten, waren glatt aufliegend und glänzend, die der anderen matt und in die Höhe stehend. Mit der Verlängerung dieses Versuches wurden diese Kennzeichen noch hervorstechender. Bei den Thieren des zweiten Loses, welche während eines Jahres kein Salz bekommen hatten, war das Haar durcheinander und die Haut war hie und da nackt und ohne Haare. Die des ersten Loses hingegen behielten das Ansehen von Stallthieren, ihre Lebhaftigkeit und häufige Anzeichen des Bedürfnisses zu bespringen stachen auffallend ab gegen den trägen Gang und das kalte Temperament, welche man an den Thieren des zweiten Loses wahrnahm. Es ist kein Zweifel, fährt Boussingault fort, daß man für die Stiere, welche man unter dem Einflusse des Salzes erzogen hatte, auf dem Markte einen vortheilhafteren Preis erhalten haben würde."

Diese Versuche sind ihm hohen Grade lehrreich; bei den Stieren, welche nur so viel Salz empfangen hatten als im Futter enthalten war, war diese Salzmenge unzureichend für den Secretionsproceß; einer Menge von Stoffen, die außerhalb des Körpers Ekel erwecken, fehlte das Transportmittel, ihr ganzer Körper, das Blut Fleisch und alle

Säfte waren damit angefüllt; denn die äußere Haut ist der Spiegel für die Beschaffenheit des Innern. Die anderen Stiere, welche täglich Salz bekommen hatten, blieben selbst in der ihrer Natur sehr wenig entsprechenden Lebensordnung, der sie ausgesetzt waren, bei einem Uebermaß von Nahrung und Mangel an Bewegung gesund, ihr Blut blieb rein und geeignet für alle Zwecke der Ernährung; sie empfingen mit dem Salz ein mächtiges, in den gegebenen Verhältnissen unentbehrliches Mittel des Widerstandes gegen äußere Störungen ihrer Gesundheit; der Körper der anderen war in Hinsicht auf Krankheiten einem Heerde gleich, angefüllt mit dem leichtentzündlichsten Brennmaterial, dem nur ein Funke fehlte, um in Flamme auszubrechen und verzehrt zu werden.

Das Salz wirkt nicht fleischerzeugend, sondern es hebt die Schädlichkeit der Bedingungen auf, welche sich in dem unnatürlichen Zustande der Mästung vereinigen müssen, um Fleisch zu erzeugen, und es kann der Nutzen seiner Anwendung nicht hoch genug angeschlagen werden.

Manche Landwirthe haben übrigens aus den erwähnten Versuchen ganz andere Schlüsse gezogen. Da der Salzzusatz ihnen, den Landwirthen keinen Nutzen gewährt, indem sie mit der Ausgabe für Salz an Fleisch nichts gewinnen, so schlossen sie daraus, daß derselbe überhaupt unnütz sei, ja diese Versuche sind als Beweismittel und Gründe gegen die Herabsetzung der häßlichsten, den Verstand des Menschen entehrenden und unnatürlichsten aller Steuern auf dem Continente, der Salzsteuer, mißbraucht worden; man sieht, daß in dem Instinct eines Schafes oder Ochsen mehr Weisheit sich kund giebt, als in den Anordnungen des Geschöpfes, welches seltsamer Weise häufig genug sich als das Ebenbild des Inbegriffs aller Güte und Vernunft betrachtet.

Neben den chemischen besitzt das Kochsalz noch eine physikalische Eigenschaft, die es von besonderer Bedeutung für die vitalen Vorgänge macht, weil die anderen Salze, mit welchen es diese Eigenschaft theilt, weder von Menschen noch von Thieren in der gewöhnlichen Lebensordnung genossen werden.

Mit Hülfe eines sehr einfachen Apparates kann man leicht diese höchst interessante Eigenschaft sichtbar machen.

Wenn man z. B. die eine Oeffnung einer 4 bis 6 Zoll langen und etwa 1/4 Zoll weiten Glasröhre durch Ueberbinden mit einer in Wasser aufgeweichten Membran (von einem Darm, einer Harnblase rc.) verschließt und bis zur halben Höhe mit Brunnenwasser füllt und in ein Glas mit demselben Wasser so stellt, daß das Wasser inwendig in der Röhre und auswendig im Glas sich in gleicher Ebene befindet, so bemerkt man in dem Stand beider Flüssigkeiten nach Stunden und Tagen nicht die geringste Aenderung.

Setzt man nun dem Wasser in der Röhre mit der Blase einige Körner Salz zu, so sieht man nach wenigen Minuten das Wasser darin sich über den Stand des Wassers in dem Glase erheben, es steigt in die Höhe.

Setzt man dem Wasser im Glase gleichfalls und so viel Kochsalz zu, daß sein Salzgehalt vollkommen dem Salzgehalt in der Röhre gleich

ist, so findet keine Aenderung im Niveau des Wassers in der Röhre und außerhalb statt. Wenn man aber dem Wasser im Glase mehr Kochsalz zusetzt als wie dem Wasser in der Röhre, so tritt jetzt der entgegengesetzte Fall ein; das Wasser in der Röhre fällt und das im Glase steigt.

Es ist hieraus ersichtlich, daß das Brunnenwasser zum salzhaltigen Wasser, das salzarme zu dem salzreicheren überströmt, wie wenn es durch einen äußeren Druck durch die Membran, dem Gesetz der Schwere entgegen, getrieben würde.

Durch den einfachen Zusatz von Kochsalz zum Wasser empfängt die Röhre mit der Blase die Eigenschaft einer Pumpe, sie saugt Wasser mit einer Kraft auf, welche dem Druck einer Quecksilbersäule von 2 bis 3 Zoll Höhe in manchen Fällen gleichkommt.

Wenn man die Röhre mit einer sehr dünnen Membran verschließt, zur Hälfte mit fibrinfreiem Ochsenblute füllt und in ein Glas mit warmem Wasser (v. 37—38° C.) in der beschriebenen Weise stellt, so sieht man nach wenigen Minuten das Blut ganz wie das Salzwasser in die Höhe steigen, das Wasser fließt zu dem Blute über.

Daß der Gehalt der Blutflüssigkeit an Salzen an diesem Auffaugen einen großen Antheil hat, sieht man daran, daß die Flüssigkeit, welche sich leicht von in der Hitze geronnenem Blute abpressen läßt, und welche Kochsalz und die anderen Salze des Blutes enthält, in die Röhre statt des Blutes gebracht, ganz dieselbe Erscheinung wahrnehmen läßt.

Das Vermögen der Membran, Wasser nach der Seite hin überfließen zu machen, wo sich das Salz befindet, hängt mithin ab von dem Salz; wenn die Flüssigkeiten auf beiden Seiten gleich viel Salz enthalten, so findet kein Ueberströmen statt; immer strömt die Flüssigkeit nach der Seite hin, wo sich das meiste Salz befindet, und um so schneller, je größer der Unterschied im Salzgehalte beider Flüssigkeiten ist.

Wenn man der Kochsalzlösung ein freies Alkali (kohlensaure oder phosphorsaure Alkalien) zusetzt, so wird das Auffaugungsvermögen sehr merklich erhöht, und wenn die äußere Flüssigkeit schwach **sauer** und die kochsalzhaltige in der Röhre **alkalisch** ist, so findet das Ueberströmen (der sauren zu der alkalischen) am rascheften statt.

Ein Jeder, welcher sich die Mühe macht, diese anziehenden Versuche zu wiederholen, gewinnt durch die bloße Anschauung eine vollkommene Einsicht in das Wesen des organischen Auffaugungsprocesses.

In dem thierischen Leibe vereinigen sich in der That alle Bedingungen, um durch das Blut das Gefäßsystem zu der vollkommensten Saugpumpe zu machen, welche ihre Dienste verrichtet ohne Hahn und Klappen, ohne mechanischen Druck, ja ohne eigentliche Canäle oder Wege für den Uebergang der Flüssigkeiten. Die im Magen in der Verdauung der Speisen entstehende Auflösung ist **sauer**, das Blut ist eine **salzhaltige** und **alkalische** Flüssigkeit. Der ganze Verdauungscanal ist umgeben von einem System von unendlich verzweigten Blutgefäßen, in denen sich die Blutflüssigkeit mit einer großen Geschwindigkeit bewegt; durch die Harnwerkzeuge wird das übergeströmte Wasser sogleich abgeseiht und

die Blutflüssigkeit stets auf einem gleichen Zustande der Concentration erhalten.

Man versteht jetzt leicht die Wirkung, welche Wasser von verschiedenem Salzgehalt in dem Organismus hervorbringt.

Wenn man nämlich in nüchternem Zustande von zehn zu zehn Minuten ein Glas gewöhnliches Brunnenwasser trinkt, dessen Salzgehalt weit kleiner ist als der des Blutes, so tritt schon nach dem Trinken des zweiten Glases (zu vier Unzen gerechnet) eine Quantität gefärbten Harns aus, dessen Volum dem des genossenen ersten Glases Wasser sehr nahe gleich ist, und wenn in dieser Weise zwanzig Gläser getrunken werden, so hat man neunzehn Harnentleerungen, deren letztere beinahe ungefärbt und in ihrem Salzgehalte nur um etwas größer als der des Brunnenwassers ist.

Macht man denselben Versuch mit Brunnenwasser, dem man etwas Kochsalz, so viel etwa, als das Blut enthält (3/4 bis 1 Procent), zusetzt, so zeigt sich keine von der gewöhnlichen abweichende Harnentleerung; es ist kaum möglich, von diesem Wasser mehr als drei Gläser zu trinken, ein Gefühl des Gefülltseins, Druck und Schwere im Magen deuten an, daß Wasser, welches einen dem Blute gleichen Salzgehalt besitzt, eine weit längere Zeit zu seiner Aufnahme in die Blutgefäße bedarf.

Nimmt man zuletzt Salzwasser zu sich, dessen Salzgehalt um etwas größer ist als der des Blutes, so tritt gerade das Gegentheil von Aufsaugung, nämlich Purgiren ein.

Je nach seinem Salzgehalte ändert sich, wie man deutlich sieht, das Aufsaugungsvermögen der Blutgefäße für das Wasser; ist dessen Salzgehalt kleiner als der des Blutes, so wird er mit größter Schnelligkeit aufgenommen; bei einem gleichen Salzgehalt tritt ein Gleichgewicht ein; enthält das Wasser mehr Salz als das Blut, so tritt dieses Salzwasser nicht wie das salzarme durch die Nieren, sonden durch den Darmcanal aus*).

*) „Das Kochsalz ist selbst den rohesten Nationen meistens ein sehr großes Bedürfniß geworden. In nicht wenigen Ländern ist es einer der werthvollsten Handelsartikel. In mehreren afrikanischen Ländern dient es statt des Geldes. In manchen Gegenden Afrika's werden Menschen gegen Salz verkauft; bei den Galla und an der Sierra-Leone-Küste verhandelt der Bruder die Schwester, der Mann das Weib, die Aeltern die Kinder gegen Salz; in der Gegend von Akkra (Goldküste) bekommt man für eine Hand voll Salz, der vornehmsten Waare nach dem Golde, einen, wohl auch zwei Sclaven!"

„Nur sehr wenige Nationen enthalten sich des Gebrauchs des Salzes gänzlich"? (der Verf. führt kein Beispiel für eine solche *gänzliche* Enthaltung an) „oder suchen es durch Surrogate zu ersetzen". In den nördlichen Bergländern Sudans wird das Salz durch den langen Transport durch die Wüste so theuer, daß es nur von Wohlhabenden genossen werden kann. „Schon *Mungo Park* erwähnt, daß bei den Mandingo und anderen Negerstämmen im Innern des Landes der Ausdruck: er würzt seine Speise mit Salz, gleichbedeutend mit dem Urtheil sei: er ist ein reicher Mann. M. P. empfand selbst durch die Nothwendigkeit, sich des Genusses des Salzes, besonders bei dem langen Gebrauch vegetabilischer Nahrung, zu enthalten, eine Sehnsucht nach

dem Salzgenuß, die er mit Worten zu schildern nicht vermochte. Auch Callié versichert, daß die Bewohner von Nankan selten Salz zu ihren Speisen anwenden können, weil es zu theuer und ein Gegenstand des Luxus sei. Die Mandingo-Neger und die Bambaras bedienen sich des Salzes nur an besonders festlichen Tagen." (S. Lehrb. d. Salinenkunde von Karsten. Berlin 1846. S. 720. 724. 754. 755.)

Es giebt Gegenden, wo man den Thieren Salz reichen muß, um sie am Leben zu erhalten; z. B. nach Warden starben in den nördlichen Ländern Brasiliens die Hausthiere, wenn man ihnen nicht eine bestimmte Portion Salz oder Salzsand gab; und nach Roulin wurden in Columbien, wenn das Vieh nicht Salz in Pflanzen, in Wasser oder Erde vorfand, die weiblichen Thiere weniger fruchtbar und die Herde kam schnell herunter. Möglin'sche Annalen II. 1847. S. 29.

In einer von der Akademie der Medicin in Brüssel gekrönten Preisschrift über den Gebrauch des Salzes sagt Dr. de Saive: das Kochsalz erhöht die Fruchtbarkeit des männlichen und die Empfänglichkeit des weiblichen Geschlechts und verdoppelt die Mittel den Foetus zu ernähren. In der Zeit der Säugung macht das Salz, welches die Mutter empfängt, den Säugling stärker und die Milch reichlicher und nahrhafter. Das Salz beschleunigt das Wachsthum — macht die Wolle der Schafe feiner. Das Fleisch der Thiere, welche reichlich Salz erhalten, ist schmackhafter, nahrhafter und leichter zu verdauen, als das der fleischfressenden Thiere, die kein Salz in ihrer Nahrung empfangen. Journal de Chemie médicale. 1849. S. 127.

# Zweiunddreißigster Brief.

Brod und Fleisch, oder vegetabilische und animalische Nahrung, wirken, in Beziehung auf die Functionen, welche die Menschen mit den Thieren gemein haben, auf einerlei Weise, sie erzeugen in dem lebendigen Leibe dieselben Producte. Das Brod enthält in seiner Mischung in dem Pflanzen-Albumin und -Fibrin des Klebers zwei Hauptbestandtheile des Fleisches, und in seinen unverbrennlichen Bestandtheilen die für die Blutbildung unentbehrlichen Salze in gleicher Beschaffenheit und in ähnlichem Verhältniß wie das Fleisch; aber das Fleisch enthält außer diesen noch eine Anzahl Stoffe, welche in der vegetabilischen Nahrung völlig fehlen, und es sind von diesen anderen Fleischbestandtheilen gewisse Wirkungen abhängig, durch welche sich das Fleisch von anderen Nahrungsmitteln sehr wesentlich unterscheidet.

Wenn man fein gehacktes Muskelfleisch mit kaltem Wasser auslaugt und auspreßt, so bleibt ein weißer faseriger Rückstand, der aus der eigentlichen Muskelfaser, aus Bindegeweben, Gefäßen und Nerven besteht.

Bei vollkommener Auslaugung löst das kalte Wasser 16 bis 24 Gewichtsprocente des trockenen Fleisches auf; das Fleischfibrin oder der Hauptbestandtheil der Muskelfaser macht über $^3/_4$ von dem Gewicht des ausgelaugten Fleischrückstandes aus. Wird dieser nach dem Auspressen auf 70 bis 80° C. erhitzt, so ziehen sich die Fasern zusammen, schrumpfen ein und werden hornartig hart; es tritt eine Veränderung, eine Art von Gerinnung ein, in deren Folge die Fleischfaser ihre Fähigkeit verliert, Wasser schwammartig einzusaugen und zurückzuhalten, es fließt Wasser aus; ohne daß Wasser zugesetzt worden ist, schwimmt der erhitzte Fleischrückstand in Wasser. Das ausgelaugte und gekochte Fleisch ist wie die Brühe, in welcher es gekocht wurde, geschmacklos oder von schwach ekelerregendem Geschmacke, es läßt sich nicht kauen und wird selbst von Hunden nicht mehr berührt.

Alle schmeckenden Bestandtheile des Fleisches sind im Fleischsafte enthalten und können durch kaltes Wasser hinweggenommen werden.

Wenn man den wässerigen, von Blutfarbstoff gewöhnlich roth gefärbten Fleischauszug allmälig bis zum Sieden erhitzt, so scheidet sich, wenn die Flüssigkeit die Temperatur von 56° C. angenommen hat, das aufgelöste Fleischalbumin in beinahe weißen käsigen Flocken ab; erst bei 70° C. gerinnt der Blutfarbstoff; die Flüssigkeit wird schwach

gelblich, klar, und färbt Lakmuspapier roth, ein Zeichen von dem Vorhandensein einer freien Säure.

Die Menge des in der Hitze als Gerinnsel sich ausscheidenden Fleischalbumins ist je nach dem Alter der Thiere sehr verschieden. Das Fleisch von alten Thieren liefert oft nur 1 bis 2 Procent, das junger Thiere bis 14 Procent.

Der Fleischauszug, nach dem Aufkochen von Blutfarbstoff und Fleischalbumin befreit, besitzt den aromatischen Geschmack und alle Eigenschaften der durch Kochen des Fleisches bereiteten Fleischbrühe. Beim Abdampfen, selbst in gelinder Wärme, färbt er sich dunkel, zuletzt braun und nimmt einen Bratengeschmack an; zur Trockene gebracht bleiben 12 bis 13 Procent des Fleisches (trocken gedacht) einer braunen etwas weichen Masse, welche in kaltem Wasser leicht löslich ist, und in etwa 32 Theilen heißem Wasser gelöst, nach dem Zusatz von etwas Kochsalz, diesem Wasser den Geschmack und alle Eigenthümlichkeiten einer vortrefflichen Fleischbrühe wiedergiebt. Die Intensität des Geschmacks des trockenen Fleischextracts ist sehr groß; kein Hülfsmittel der Küche ist demselben vergleichbar an würzender Kraft.

Der mit kaltem Wasser erschöpfte Fleischrückstand von verschiedenen Thieren ist von gleicher Beschaffenheit, so daß es nicht möglich ist in diesem Zustande das Ochsenfleisch vom Vogelfleisch oder von Reh, Schwein &c. zu unterscheiden.

Die Fleischbrühe hingegen von dem Fleisch verschiedener Thiere besitzt neben dem allgemeinen Geschmack, in dem sich alle Fleischbrühen gleichen, noch einen besonderen Geschmack, welcher deutlich an den Geruch oder Geschmack des gebratenen Fleisches dieser Thiere erinnert, so daß, wenn dem gekochten Fleisch vom Reh die concentrirte Fleischflüssigkeit vom Ochsenfleisch oder Hühnerfleisch zugesetzt wird, es von gebratenem Ochsenfleisch oder Hühnerfleisch am Geschmack nicht mehr zu unterscheiden ist.

Die Fleischfaser ist, wie aus diesem Verhalten sich ergiebt, im natürlichen Zustande getränkt und umgeben von einer albuminhaltigen Flüssigkeit, und es hängt die zarte Beschaffenheit des gekochten oder gebratenen Fleisches von der Menge des in ihrer Substanz gelagerten und gerinnenden Albumins ab, wodurch das Zusammenschrumpfen, das Hart- und Zähwerden der Fleischfaser gehindert wird. Das Fleisch ist b l u t i g  g a r, wenn es bis auf die Temperatur des gerinnenden Albumins, auf 56° C., es ist v o l l k o m m e n  g a r, wenn es bis auf 70 bis 74° erhitzt worden ist, bei welcher Temperatur der Blutfarbstoff gerinnt.

Es ergeben sich hieraus einige für die Zubereitung des Fleisches nicht unwichtige Beziehungen, welche ihres allgemeinen Interesses wegen der Erwähnung vielleicht nicht unwerth sind. Wird das zur Speise bestimmte Fleischstück in den Topf gethan, wenn das darin befindliche Wasser sich in starkem Aufwallen befindet, das Sieden einige Minuten unterhalten und der Topf sodann an einen warmen Ort gestellt, so daß die Temperatur des Wassers sich auf 70 bis 74° C. erhält, so sind die Bedingungen vereinigt, um dem Fleischstück die zum Genusse geeignete Beschaffenheit zu ertheilen.

Beim Einbringen in das siedende Wasser coagulirt sogleich von der Oberfläche einwärts das Fleischalbumin und bildet eine Hülle, welche das Ausfließen des Fleischsaftes und das Eindringen des Wassers in das Fleischstück nicht mehr gestattet. Das Fleisch bleibt saftig und so schmackhaft als es überhaupt werden kann; der größte Theil der schmeckenden Bestandtheile bleibt im Fleisch.

Wird das Fleischstück hingegen in kaltem Wasser aufgesetzt und dieses langsam zum Sieden gebracht und im Sieden erhalten, so verliert das Fleisch an seinen löslichen und schmeckenden Bestandtheilen, indem die Brühe reicher daran wird; von der Oberfläche nach dem Innern hin löst sich das Albumin auf; die Fleischfaser verliert mehr oder weniger von ihrer kurzen Beschaffenheit und wird hart und zähe. Je dünner das Fleischstück ist, desto größer ist der Verlust an schmeckenden Bestandtheilen.

Es erklärt sich hieraus die bekannte Erfahrung, daß die Methode des Kochens, welche die beste Fleischbrühe liefert, das trockenste, zäheste und fadeste Fleisch giebt, und daß, um genießbares Fleisch zu haben, auf gute Fleischbrühe verzichtet werden muß.

Wird fein gehacktes Fleisch mit seinem gleichen Gewicht kaltem Wasser langsam zum Sieden erwärmt, einige Minuten im Sieden erhalten und dann abgeseiht und ausgepreßt, so hat man die kräftigste und wohlschmeckendste Fleischbrühe, die sich aus dem Fleisch darstellen läßt. Bei längerem Kochen lösen sich aus dem Fleisch einige Procente mehr an organischen Bestandtheilen auf, allein der Geschmack und die Eigenschaften der Fleischbrühe werden dadurch in keiner Weise erhöht und verbessert. Durch die Einwirkung der Hitze auf die Fleischfaser fließt stets eine gewisse Menge Wasser oder Fleischsaft aus, woher es kommt, daß das Fleisch beim Kochen, selbst im Wasser eingetaucht, am Gewichte (bis 15 Procent von dem Gewichte des frischen Fleisches) verliert; bei größeren Stücken ist dieser Verlust geringer.

Auch beim Braten des Fleisches muß die einwirkende Hitze im Anfang am stärksten sein, sie kann später sehr gemäßigt werden. Der wie beim Kochen ausfließende Fleischsaft verdunstet beim vorsichtigen Braten an der Oberfläche des Fleischstücks, und giebt dieser die dunkelbraune Farbe, den Glanz und den starken gewürzhaften Bratengeschmack.

Die Bestandtheile des Fleischsaftes oder der Fleischbrühe sind sehr zahlreich, und nur unvollkommen bekannt; was man übrigens davon weiß, erregt großes Interesse. Es giebt keinen Körpertheil, welcher zusammengesetzter ist als das Gebilde, welches wir mit Muskel bezeichnen. Unzählige Nerven, so wie feine; mit gefärbten und ungefärbten Flüssigkeiten angefüllten Gefäße verzweigen sich in der eigentlichen Muskelsubstanz; was wir mit Wasser daraus auslaugen, enthält die löslichen Bestandtheile des ganzen Gebildes. Die Fleischbrühe ist, wie das Fleisch selbst, von sehr zusammengesetzter Natur. Die meisten Bestandtheile derselben sind sehr reich an Stickstoff; zwei davon, das Kreatin und das Kreatinin, lassen sich in schönen, durchsichtigen, farblosen Krystallen daraus erhalten. Ganz besonders reich ist die Fleischbrühe an

unverbrennlichen Bestandtheilen, sie machen über 1/4 von dem Gewichte des trockenen Fleischextractes aus.

Die freie Säure der Fleischbrühe scheint erst in Folge einer Veränderung zu entstehen, welche ausnehmend rasch nach dem Tode eintritt, oder durch das Kochen bewirkt wird; die Muskeln frisch getödteter Thiere, vor dem Eintreten der Todtenstarre, färben blaues Lakmuspapier nicht roth.

Das Kreatin ist, was man eine indifferente Substanz nennt, in dem Sinne jedoch nur, daß es weder die Rolle einer Säure, noch die einer Basis spielt.

Das Kreatinin hingegen, welches in viel kleinerer Menge als das Kreatin in der Fleischbrühe vorkommt, ist eine starke organische Basis; es reiht sich der Classe der stickstoffhaltigen organischen Basen des Pflanzenreiches an, zu welcher die furchtbarsten Gifte und wirksamsten Arzneien gehören; es reagirt alkalisch und bildet mit Säuren krystallisirbare Salze; es findet sich nur in thierischen Organismen. Kreatin und Kreatinin sind Producte des Lebensprocesses und Bestandtheile des Fleisches aller bis jetzt untersuchten Wirbelthiere. Das Fleisch des Menschen ist besonders reich an Kreatin. Beide Stoffe stehen in einer sehr engen Beziehung zu einander; sie enthalten dieselben Elemente, bis auf Wasserstoff und Sauerstoff, in dem nämlichen Verhältniß; das Kreatin enthält aber die Elemente von 4 Aeq. Wasser mehr als das Kreatinin; beide können das eine in das andere verwandelt werden. Bei Berührung des Kreatins mit einer starken Säure trennen sich 4 Aeq. Wasser von seinen Elementen und es entsteht Kreatinin, welches einen Theil der Säure neutralisirt. Letzteres nimmt bei der Abscheidung aus seiner Verbindung mit Chlor-Zink Wasser auf und geht rückwärts in Kreatin über*). (Heintz.)

Das Vorkommen dieser beiden Körper, so wie das eben erwähnte merkwürdige Verhalten läßt vermuthen, daß sie für den Lebensproceß Bedeutung besitzen, und es scheint namentlich mit dem Uebergang des Kreatins in Kreatinin eine Wirkung verbunden zu sein.

Aus der Fleischflüssigkeit (von Ochsenherz) hat man durch Destillation mit Schwefelsäure noch geringe Mengen an flüchtigen Säuren, Buttersäure, Essigsäure, Ameisensäure, und aus dem Rückstand Inosit (Scherer) einen stickstofffreien Körper erhalten, der in seiner Zusammensetzung dem Milchzucker gleicht und in den unreifen Bohnen (Phaseolus vulgaris) im Pflanzenreiche vorkommt, aber in vielen Eigenschaften von demselben verschieden ist; die Fleischbrühe enthält ferner eine der Milchsäure ebenfalls sehr ähnliche, aber in ihren Salzen abweichende stickstofffreie, und in der Inosinsäure (namentlich in der Fleischflüssigkeit des Huhnes) eine stickstoffhaltige Säure.

Alle diese Substanzen machen nur einen kleinen Theil des Fleisch-

*) In einer nicht ganz reinen Kreatininlösung, welche mehrere Monate lang in einem Schranke stand, verwandelte sich allmälig alles Kreatinin in Kreatin, welches in einem einzigen schönen großen Krystall sich absetzte; eine schwache Schimmelbildung fand nebenbei statt.

extractes aus; die bei weitem größere Masse desselben besteht aus unkrystallisirbaren Verbindungen, deren Eigenschaften noch nicht hinlänglich studirt sind, so daß man die Mittel noch nicht kennt, um sie von einander zu scheiden. Zu diesen gehören namentlich die schmeckenden Bestandtheile des Fleischsaftes und die unter ihnen, welche in gelinder Wärme sich so leicht bräunen; sodann eine Substanz, welche mit dem Leime die Eigenschaft theilt, in dicken zusammenklebenden Flocken von Gerbstoff oder einem Auszuge von Galläpfeln gefällt zu werden. In dem ausgelaugten Fleischrückstande läßt sich keine Harnsäure und in dem wässerigen Fleischauszuge weder Harnsäure noch Harnstoff entdecken, und es scheint dies anzuzeigen, daß diese Producte des Stoffwechsels, welche zur Excretion bestimmt sind, mit eben der Schnelligkeit hinweggeführt werden, als sie sich bilden. Der Fleischsaft enthält, wie früher bemerkt, eine Chlorverbindung, und zwar nicht Chlornatrium (Kochsalz), sondern vorzüglich Chlorkalium. Es ist dies um so bemerkenswerther, da das Blut, welches in den Muskeln circulirt, verhältnißmäßig so reich an Kochsalz ist*).

Die Fleischflüssigkeit enthält in ihrer Mischung unzweifelhaft die zur Bildung des ganzen Muskels und zur Vermittelung aller seiner Eigenthümlichkeiten nothwendigen Bedingungen, in dem Fleischalbumin die zum Uebergang in Fleischfibrin und in den anderen Bestandtheilen die zur Erzeugung der Bindegewebe und Nerven dienenden Materien.

Der Fleischsaft enthält die Nahrung des Muskels, das Blut die Nahrung des Fleischsaftes; das Muskelsystem ist die Quelle aller Kraftwirkungen im thierischen Körper, und es kann in diesem Sinne der Fleischsaft als die nächste Bedingung der Krafterzeugung angesehen werden.

Von diesem Gesichtspunkte aus erklärt sich die Wirkung der Fleischbrühe; sie ist die Arznei des Genesenden. Niemand schätzt ihren Werth höher, als der Arzt in den Spitälern, für dessen Patienten die Fleischbrühe, als Mittel zur Hebung der erschöpften Kräfte, durch keine anderen Materien des Arzneischatzes ersetzt werden kann; ihre belebende Wirkung auf den Appetit, auf die Verdauungsorgane, die Farbe und das Aussehen der Kranken ist in die Augen fallend.

Es ist einleuchtend, daß die Bestandtheile des Blutes, welche so verschieden von denen des Fleischsaftes sind, eine ganze Reihe von Veränderungen erleiden müssen, ehe sie die zur Erzeugung des belebten Muskels geeignete Form und Beschaffenheit erhalten, ehe sie zu Bestandtheilen des Fleischsaftes werden. In dem Fleische genießen wir diese Producte fertig zubereitet, nicht in unserem, sondern in einem anderen Organismus, und es ist ausnehmend wahrscheinlich, daß sie oder

---

*) In den Muskeln, namentlich in den Halsmuskeln eines Alligators, der an einer nicht näher zu bezeichnenden Krankheit gestorben war, welcher dem hiesigen anatomischen Museum zukam, zeigte das Fleisch ein eigenthümliches fleckiges Ansehen, und die genauere Untersuchung ergab, daß es von zahllosen kleinen Krystallen von Harnsäure herrührte, welche zwischen den Muskelprimitivbündeln und dem Bindegewebe abgelagert war.

ein Theil derselben die Fähigkeit behalten, in einem zweiten Organismus ähnliche Wirkungen hervorzubringen, wie in dem, in welchem sie gebildet wurden.

Darin liegt offenbar der hohe Werth, den das ganze Fleisch als Nahrungsmittel besitzt; Heu und Hafer, Kartoffeln, Rüben, Brod ꝛc. bringen im lebendigen Leibe Blut und Fleisch hervor, aber keines von allen diesen Nahrungsmitteln erzeugt wieder Fleisch mit gleicher Schnelligkeit wie Fleischnahrung, und es stellt die in der Arbeit verbrauchte Muskelsubstanz mit einem gleich geringen Aufwand von organischer Kraft wieder her.

Einsichtsvolle und erfahrene Aerzte und Chemiker, darunter vorzüglich Parmentier und Proust, haben sich vor Jahren bemüht, dem Fleischextract eine ausgedehntere Anwendung zu verschaffen. „Im Gefolge eines Truppencorps", sagt Parmentier, „würde der Fleischextract dem schwerverwundeten Soldaten ein Stärkungsmittel bieten, welches mit etwas Wein seine durch großen Blutverlust geschwächten Kräfte augenblicklich heben und ihn in den Stand setzen würde, den Transport in's nächste Feldspital zu ertragen." „Es giebt keine glücklichere Anwendung, die sich erdenken ließe", sagt Proust. „Welche kräftigendere Arznei, welche mächtiger wirkende Panacee, als ein Stück des ächten Fleischextractes aufgelöst in einem Glase edlen Weines? Die ausgesuchtesten Leckerbissen der Gastronomie sind alle für die verwöhnten Kinder des Reichthums! Sollten wir denn nichts in unseren Feldlazarethen haben für den Unglücklichen, den sein Geschick verurtheilt, für uns die Schrecken eines langen Todeskampfes im Schnee und im Koth der Sümpfe zu erdulden?"

Jetzt, nachdem uns die Wissenschaft mit der Natur und Beschaffenheit des Fleischsaftes genauer bekannt gemacht hat, erscheint es als eine wahre Gewissenssache, die Vorschläge dieser edlen Männer der Aufmerksamkeit der Regierungen wiederholt zu empfehlen.

In Podolien, in Buenos Ayres, in Mexico, in Australien*), in vielen Gegenden der Vereinigten Staaten Nordamerika's, wo das Rindfleisch oder das Fleisch von Schafen kaum einen Werth besitzt, ließen sich mit den einfachsten Mitteln die größten Quantitäten des besten Fleischextractes sammeln, dessen Zufuhr für die kartoffelessende Bevölkerung Europa's vielleicht eine ganz besondere Bedeutung gewinnen dürfte. Für die zahlreichen Hospitäler des Continents und die bedauernswürdigen

*) Herr James King, einer der intelligentesten Colonisten Australiens, welcher sich die ausgezeichnetsten Verdienste um die Cultur des Weinstocks in diesem Welttheil erworben hat, schreibt mir Folgendes: „(Irrawang near Raymond Terrace, New South Wales, 26. Oct. 1850.) Die hiesige Gegend ist ein sehr ausgedehntes und vorzügliches Weideland. Hornvieh und Schafe sind zahlreich und wohlfeil. Tausende derselben werden jeden Monat geschlachtet und das Fleisch zur Gewinnung des Fettes ausgekocht; der nahrhafte Theil des Fleisches wird als nutzlos hinweggeworfen; das allerbeste Ochsenfleisch kostet nicht über einen halben Penny (1½ Kr.) das Pfund."

Bewohner derselben würde dieser Fleischextract die Fleischbrühe ersetzen und der Arzt darin das Mittel haben, stets und unter allen Umständen eine Fleischbrühe von gleichförmiger Beschaffenheit und beliebiger Stärke zu verordnen.

Es ist mehrmals schon versucht worden, in Gegenden, wo das Fleisch sehr wohlfeil ist, Fleischextract im Großen zu fabriciren, und unter dem Namen Suppentafeln einen Gegenstand des Handels daraus zu machen; aber das Product dieser Fabriken erwarb sich keine Freunde und wurde gerade in den Hospitälern, wo man es vorzugsweise hätte gebrauchen können, nicht angewendet. Der Grund hiervon lag in dem Product selbst; es war zu theuer und man wurde bald gewahr, daß es die Eigenschaften und Wirkungen der Fleischbrühe nicht hatte. Die schlechte Beschaffenheit der sogenannten Suppentafeln wurde vorzüglich durch eine ganz irrige Ansicht über die Ursache der Wirksamkeit der Fleischbrühe herbeigeführt. Man hatte nämlich gesehen, daß die durch Kochen vom Fleisch bereitete Fleischbrühe bei einer gewissen Concentration, ähnlich wie alle stark und gewürzhaft schmeckenden Fleischsaucen, zu einer Gallerte gesteht, und man gab sich, ohne eigentlich einen Grund dafür zu haben, der Meinung hin, daß diese am meisten in die Augen fallende Substanz auch die wirksamste und wichtigste und der Hauptbestandtheil der Fleischbrühe sei; so kam es denn nach und nach, daß man die gelatinirende Substanz für die Fleischbrühe selbst nahm, und da die Fabrikanten der Suppentafel bald wahrnahmen, daß das beste Fleisch nicht die schönsten Tafeln gebe, daß das weiße Fleisch dieselben härter und leichter aufzubewahren machte, und die Sehnen, Füße, Knorpel, Knochen, Elfenbein und Hirschhorn die schönsten, klarsten, durchsichtigsten Gallerttafeln lieferten, die man wohlfeil gewann und zu hohem Preis verkaufte, da verwandelte der Unverstand und die Liebe zum Gewinn die kostbaren Bestandtheile des Fleisches in Leim, der sich vom gewöhnlichen Tischlerleim nur durch seinen hohen Preis unterschied. Es war kein Wunder, daß dieses Product sich keinen Eingang verschaffen konnte.

Die irrige Ansicht, daß die Leimsubstanz das wirkende Princip in der Fleischbrühe sei, führte zuletzt in dem Hospitale St. Louis in Paris zu dem Versuch, die ächte, wahre Fleischbrühe zur Hälfte durch Leim, den man aus Knochen durch Kochen bereitet hatte, zu ersetzen; aber von da an wurde die Wirksamkeit der Leimsubstanz Gegenstand der Beobachtung wissenschaftlicher Männer (Donné), und die von ihnen ermittelten Thatsachen führten zu einem Widerstreite der Meinungen, und in Folge desselben zu werthvollen Untersuchungen (worunter die einer Commission der französischen Akademie, an deren Spitze Magendie stand, besonders hervorzuheben sind) über die Ernährungsfähigkeit des Leims und die Ernährung überhaupt, wodurch die früheren Irrthümer berichtigt und eine Menge neuer Thatsachen über den Ernährungswerth vieler animalischer und vegetabilischer Nahrungsmittel festgestellt und gewonnen wurden. Es ist jetzt durch die überzeugendsten Versuche bewiesen, daß die an sich geschmacklose und beim Genusse Ekel erregende Leimsubstanz keinen Ernährungswerth besitzt, daß sie, selbst begleitet von

den schmackhaften Bestandtheilen des Fleisches, den Lebensproceß nicht zu unterhalten vermag und als Zusatz zu der gewöhnlichen Lebensordnung den Ernährungswerth der Speisen nicht erhöht, sondern im Gegentheil beeinträchtigt, unzureichend und unvollständig macht; daß ihr Genuß eher schädlich als nützlich ist, weil sie nicht, wie die von der Natur zur Respiration bestimmten stickstofffreien Substanzen, in dem Leibe ohne Rückstand verschwindet, sondern das Blut mit stickstoffhaltigen Producten überladet, deren Gegenwart die organischen Vorgänge stört und hindert.

Wir wissen jetzt, daß die wirksamen Bestandtheile der Fleischbrühe in dem wässerigen Auszug fertig gebildet enthalten und nicht Producte der Küche sind, und daß der Leim der Fleischbrühe erst beim anhaltenden Kochen des Fleisches aus dem Bindegewebe der Muskeln entsteht. Seit dieser Zeit ist man von der Anwendung der Leimsubstanz als Ernährungs- und Stärkungsmittel völlig zurückgekommen, sie hat sich jetzt nur noch in der Form von schleimigen sehr wenig ansprechenden Suppen aus Fischflossen und Schildkrötenfleisch in China und England, als die selten richtig gewürdigte Quelle von Störungen des Verdauungsprocesses, in dem Bereiche der unwissenschaftlichen Kochkunst erhalten*).

Es ist durch Erfahrung anerkannt, daß der Ernährungswerth des gekochten Fleisches sich vermindert, wenn es ohne die Fleischbrühe genossen wird, und durch directe Versuche bewiesen, daß das völlig ausgekochte und ausgelaugte Fleisch kaum einen Ernährungswerth noch besitzt. In den Versuchen der französischen Akademiker verlor ein Hund, der 12,6 Pfund wog und täglich 1/2 Pfund gekochtes Muskelfleisch erhielt, welches in Wasser eingeweicht, ausgepreßt und möglichst von Fett befreit worden war, in 43 Tagen 1/4 von seinem Gewichte, nach 55 Tagen war seine Magerkeit auf's äußerste gekommen, der Hund vermochte kaum noch den vierten Theil seiner Ration zu fressen und die völlige Erschöpfung war sichtbar; das Thier blieb dabei lebhaft, sein Haar glänzend

---

*) Es bedarf wohl keiner besonderen Hervorhebung, daß die Personen, welche sich geneigt finden, Fleischextract für den Handel zu bereiten, ihren Zweck völlig verfehlen werden, wenn sie die Fehler ihrer Vorgänger nicht mit aller Sorgfalt und Gewissenhaftigkeit zu vermeiden suchen. Ein halbstündiges Kochen des feingehackten Fleisches mit der acht- bis zehnfachen Wassermenge reicht hin, um alle wirksamen Bestandtheile desselben aufzulösen. Die Brühe muß vor dem Abdampfen von allem Fett (welches ranzig werden würde) auf das Sorgfältigste befreit und das Abdampfen im Wasserbade bewerkstelligt werden. Der Fleischextract ist niemals hart und brüchig, sondern weich, und zieht die Feuchtigkeit der Luft stark an. Das Auskochen des Fleisches kann in reinen kupfernen Kesseln geschehen, zum Abdampfen sollten hingegen Gefäße von Porzellan gewählt werden. Wenn der Preis des Pfundes sich nicht höher als etwa vier Thaler preuß. stellt, so würde der Fleischextract sicher einen gewinnreichen Handelsartikel abgeben. In Gießen läßt sich das Pfund, die Kosten der Darstellung ungerechnet, nicht unter 5 bis 6 Thaler darstellen.

und es zeigte keineswegs die Erscheinungen der Schwindsucht, genau so, wie wenn es täglich eine gute Nahrung, aber in zu kleiner, dem Bedürfniß nicht entsprechender Menge empfangen hätte. Auf der anderen Seite beobachtete man an Hunden, die täglich eine gleiche Menge rohes Fleisch (welches mehr Wasser und weniger feste Substanz als gekochtes enthält) der schlechtesten Qualität (von Schafköpfen) erhielten, nach 120 Tagen kein Zeichen eines gestörten Gesundheitszustandes, ihr Gewicht blieb unverändert. Es ist ganz gewiß, daß auch das erstere Thier gesund geblieben wäre, wenn es das gar gekochte aber ausgelaugte Fleisch mit der Brühe bekommen hätte, und es war somit die Abnahme der Ernährungsfähigkeit des Fleisches offenbar herbeigeführt durch die Entziehung der Bestandtheile des Fleisches.

Keiner von allen organischen Bestandtheilen der Fleischbrühe macht, so weit die gegenwärtigen Untersuchungen reichen, einen Bestandtheil der Blutflüssigkeit aus; wir nehmen an, daß diese Bestandtheile zur Wiedererzeugung eines Muskels im lebendigen Körper beitragen können, aber sie sind unfähig in Blutalbumin oder Blutfibrin überzugehen; sie lassen sich eben so wenig als nothwendige Bedingungen des Verdauungs- und Ernährungsprocesses betrachten, da Milch und die vegetabilischen Nahrungsmittel vollen Ernährungswerth besitzen, ohne eine diesen Bestandtheilen ähnliche Materie zu enthalten.

Es läßt sich demnach nicht behaupten, daß die Abnahme des Ernährungswerthes des Fleisches durch Entfernung der organischen Bestandtheile des Fleischsaftes bedingt werde, und wir haben sonach den Grund dieser Erscheinung in den unverbrennlichen Bestandtheilen der Fleischbrühe oder des Fleischsaftes zu suchen.

Es genügt, einen Blick auf die Analysen der Asche des Fleisches, der Fleischbrühe und des ausgekochten und ausgelaugten Fleisches zu werfen, um sogleich wahrzunehmen, daß beim Kochen des Fleisches und Auslaugen die überwiegende Menge der Salze des Fleisches in die Fleischbrühe übergeht.

Vergleicht man nun die Aschenbestandtheile des Fleisches mit denen des Blutes der fleischfressenden Thiere, so findet man, daß beide (bis auf das Kochsalz im Blute) die nämlichen Elemente, sehr nahe in derselben Menge und demselben Verhältnisse enthalten. Das Fleisch enthält die Salze des Blutes und, wie die Fütterung mit Fleisch unwiderleglich darthut, in einem zur Blutbildung geeigneten und die vitalen Vorgänge in keiner Weise störenden Verhältnisse.

Wenn aber das Fleisch ausgekocht und ausgelaugt wird, so tritt eine Theilung dieser Salze ein, das rückständige Fleisch behält ein weit kleineres Verhältniß davon zurück, als wie das Blut enthält.

Das ganze Fleisch enthält nach dem Einäschern 3½ Procent (des trockenen Fleisches) an Salzen, das ausgekochte Fleisch noch nicht ganz 1 Procent. Von zehn Pfund frischem Fleisch erhält man im Ganzen 42,92 Gramm Asche; wenn diese zehn Pfund ausgelaugt und ausgekocht werden, so gehen 35,28 Gramm von diesen 42,92 Gramm in die Fleischbrühe über; in dem ausgekochten Fleisch bleiben 7,64 Gramm;

das ganze Fleisch enthält in seiner Asche über 40 Procent Kali; das ausgekochte Fleisch nur 4,78 Procent*).

Die ganze Menge der Salze des Fleisches wäre nöthig und zureichend gewesen, um aus dem Fleischfibrin und Albumin Blut von gleichen Eigenschaften, wie das im lebendigen Leibe vorhandene Blut zu erzeugen, und es ist vollkommen einleuchtend, daß mit der Hinwegnahme von 4/5 (82 Procent) von diesen zur Blutbildung unentbehrlichen Salzen das Fleisch um eben so viel an seinem Blutbildungswerth verlor. Durch den Mangel an Salzen wurde die Fähigkeit des Fleisches, eine Veränderung in dem Leibe zu erleiden, nicht aufgehoben, aber seine Hauptbestandtheile (Fleischfibrin und Albumin) konnten aus Mangel an den nöthigen Vermittlern nicht zu Bestandtheilen des Blutes werden, und indem das Fleisch in ein (sehr unvollkommenes) Respirationsmittel überging, verlor es an seiner ernährenden Kraft; sein Blutbildungswerth nahm ab mit der Quantität der entzogenen Salze und um eben so viel vielleicht in Folge des durch die Theilung derselben herbeigeführten für die Blutbildung ungeeigneten Verhältnisses. Das ausgekochte Fleisch enthält in seiner Asche über 17 Procent Phosphorsäure mehr als zur Hervorbringung von Salzen von alkalischer Beschaffenheit, wie sie das Blut verlangt, erforderlich ist; durch eine Spaltung der Salze dieser Fleischasche in ein saures Salz, von dem wir uns denken können, daß es durch die Nieren abgesondert werde, und in ein Salz von alkalischer Beschaffenheit, welches zur Blutbildung verwendbar wäre, mußte die wirksame Menge dieser Aschenbestandtheile noch verringert werden**).

---

*) Zusammensetzung der Fleischasche nach Keller.

| | |
|---|---|
| Phosphorsäure | 36,60 |
| Kali | 40,20 |
| Erden und Eisenoxyd | 5,69 |
| Schwefelsäure | 2,95 |
| Chlorkalium | 14,81 |
| | 100,25 |

| | davon gehen beim Kochen des Fleisches in die Fleischbrühe | es bleiben im Fleisch Rückstand |
|---|---|---|
| Phosphorsäure | 26,24 | 10,36 |
| Kali | 35,42 | 4,78 |
| Erden und Eisen | 3,15 | 2,54 |
| Schwefelsäure | 2,95 | — |
| Chlorkalium | 14,81 | — |
| | 82,57 | 17,68 |

Die Fleischbrühe enthält 0,46, der Rückstand 1,42 phosphorsaures Eisenoxyd.

**) Ein Nahrungsmittel, welches wie das Eigelb des Hühnereies in seiner Asche Kali und Phosphorsäure im Verhältniß wie die sauren Salze dieser Säure ($PO_5MO$) enthält, kann, indem eine solche Spaltung nicht mehr möglich ist, für sich keinen Blutbildungswerth besitzen. Magendie berichtet in seinen Versuchen: „Da wir viel Eidotter zu unserer Verfügung hatten, so wollten wir uns versichern, ob die Hunde sich damit ernähren ließen. Zu diesem

Man versteht jetzt den Grund der Abnahme des Ernährungswerthes des eingesalzenen Fleisches, so wie den Einfluß, den dessen ausschließlicher Genuß auf die Beschaffenheit der Säfte und des Blutes ausübt.

Jede Hausfrau weiß, daß frisches Fleisch mit Kochsalz bestreut, ohne daß ein Tropfen Wasser zugesetzt wird, nach einigen Tagen in einer Salzlake schwimmt; daß das Gewicht des Fleisches in Salzwasser gelegt beträchtlich ab- und das des Wassers zunimmt. Das frische Fleisch enthält nämlich über $^3/_4$ von seinem Gewicht an Wasser, welches darin wie in einem Schwamme aufgesaugt enthalten ist; das Vermögen des Fleisches, salzhaltiges Wasser aufzusaugen und zurückzuhalten, ist weit geringer; unter gleichen Verhältnissen nimmt es nur halb so viel gesättigtes Salzwasser als reines Wasser in seine Poren auf. Daher kommt es denn, daß das frische Fleisch in Berührung mit Kochsalz, indem das Wasser desselben zu Salzwasser wird, Wasser ausfließen läßt; aber dieses austretende Wasser, das wir in der Salzlake haben, ist nicht reines Wasser, sondern es ist Fleischsaft, es ist Fleischbrühe mit allen ihren wirksamen organischen und unorganischen Bestandtheilen; das Fleisch verliert durch das Einsalzen in Folge der Entziehung und Theilung der darin vorhandenen zur Blutbildung nöthigen Salze gerade wie durch Auskochen an seinem Ernährungswerth. Von drei Centnern Fleisch kann durch die vollständige Wirkung des Salzes ein Centner für den Lebensproceß unwirksam und in ein schädliches Respirationsmittel umgewandelt werden. Es läßt sich diesem Verlust vorbeugen (was mit Erfolg versucht worden ist), wenn die Salzlake bis zum Auskrystallisiren des Kochsalzes abgedampft und die rückständige syrupdicke Mutterlauge (welche eine sehr concentrirte Auflösung von Fleischextract darstellt) nach dem Garkochen des Salzfleisches diesem zugesetzt und mit genossen wird. Es ist natürlich bequemer, obwohl kostbarer, dem Salzfleisch die entzogenen Bestandtheile des Fleischsaftes in Form von reinem Fleischextract zuzusetzen.

Das Fleisch enthält in seiner Mischung gewisse allgemeine Bedingungen der Verdauung und Ernährung, in denen ihm andere thierische oder vegetabilische Nahrungsmittel gleichen; durch das Fleischfibrin und Fleischalbumin besitzt es einen bestimmten Werth für die Erzeugung des Blutalbumins und -Fibrins, in dem Fett einen Werth für die Wärmebildung und in den Salzen einen Werth für die Vorgänge der Blut- und Wärmebildung und der Secretionsprocesse; außer diesen besitzt das Fleisch in den so merkwürdigen Bestandtheilen des Fleischsaftes einen besonderen Werth für Vorgänge höherer Art, durch welche

---

Zwecke gaben wir 12 bis 15 hartgekochte Eidotter gesunden jungen Hunden von vortrefflichem Appetit. Am ersten Tage wurden die Eidotter, wiewohl mit einigen Zeichen von Widerwillen, gefressen, den zweiten war dieser noch stärker und am vierten wurden sie von den Thieren nicht mehr berührt, obwohl sie im höchsten Grade hungrig waren." Das Eigelb macht 40, das Eiweiß 60 Procent des Hühnereies aus, das erstere enthält bis 1,5 Procent (siehe die Note S. 292), das andere nur 0,65 Procent an unverbrennlichen Bestandtheilen.

es sich von allen anderen, namentlich vegetabilischen Nahrungsmitteln unterscheidet.

Nicht alle Fleischsorten sind sich in diesen verschiedenen Werthen gleich. Das Kalbfleisch ist z. B. in Beziehung auf das Verhältniß der darin enthaltenen Salze grundverschieden von dem Rindfleisch; die Menge der Aschen von beiden Fleischsorten ist zwar nahezu gleich, aber das Rindfleisch ist weit reicher an Alkalien. Unter den unverbrennlichen Bestandtheilen des Kalbfleisches*) befinden sich über 15 Procent mehr Phosphorsäure, als zur Hervorbringung eines alkalischen Salzes dieser Säure gehört; es enthält verhältnißmäßig wenig von dem eigentlichen leicht verdaulichen Fleischfibrin; die größte Masse der Kalbfleischfaser besteht aus einer dem Blutfibrin ähnlichen Substanz, die in salzsäurehaltigem Wasser aufquillt ohne sich zu lösen; es ist reich an löslichem Bindegewebe und in der Regel arm an Fett.

Sehr wesentlich unterscheidet sich ferner das Kalbfleisch von dem rothen Fleisch, dem Rindfleisch z. B., durch seinen weit kleineren Eisengehalt.

Unter den unorganischen Substanzen macht das Eisen im oxydirten Zustande einen Hauptbestandtheil des Blutes aus, es beträgt (nach Abzug des Kochsalzes) über 20 Procent der ganzen Blutasche (von Menschen=, Ochsen=, Schaf= ꝛc. Blut) und die Beständigkeit des Vorkommens, so wie die so große Quantität von Eisen im Blute deuten den hohen Werth, den es für die vitalen Processe besitzen muß, hinlänglich an.

Das Eisen ist einer der Hauptbestandtheile des Blutfarbestoffs und durch diesen der Blutkörperchen. Die Blutkörperchen sind die Vermittler aller Wirkungen des Blutes, sie vermitteln den Austausch der Gase in der Respiration und den ganzen Stoffwechsel, die Wärme= und Krafterzeugung. Die Stärke und Intensität dieser Vorgänge steht in einem ganz bestimmten Verhältniß zu der Anzahl der Blutkörperchen und durch diese zum Eisengehalt des Blutes. Es giebt Krankheiten, wie viele Fälle der Bleichsucht, in welchen die Anzahl der Blutkörperchen um 1/4 und der Eisengehalt der Blutasche in ganz gleichem Verhältniß vermindert ist, und es hat die Erfahrung gezeigt, daß die Symptome derselben, große körperliche Ermüdung und Schwäche, bleiches Aussehen, niedrige Temperatur in diesen Fällen durch kleine Gaben von Eisensalzen vollständig gehoben und die Gesundheit wieder hergestellt werden kann.

Die Wirkung des Eisens und seine Nothwendigkeit als Bestandtheil der Nahrung ist hiernach offenbar. Wir können uns die Bildung der

*) Kalbfleisch=Asche, Analyse von Staffel (nach Abzug des Kochsalzes):

| | | | |
|---|---|---|---|
| Phosphorsaures Kali | 68,05 | $PO_5 2MO$ | 73,71 |
| Phosphorsaures Natron | 5,66 | | |
| Phosphorsaurer Kalk | 3,72 | . . . | 9,97 |
| Phosphorsaure Bittererde | 6,24 | | |
| Freie Phosphorsäure | | | 15,10 |
| Eisenoxyd | | | 0,30 |
| Kieselerde | | | 0,92 |
| | | | 100,99 |

Die Rindfleischasche enthält nach Staffel 1,06 Eisenoxyd.

Blutkörperchen nicht denken ohne Eisen. Eine kräftige Nahrung muß unter allen Umständen eine gewisse Menge Eisen enthalten, entsprechend der Menge, welche täglich unwirksam geworden und durch den Darmcanal ausgetreten ist; es ist gewiß, daß bei Ausschluß des Eisens in der Nahrung das organische Leben nicht besteht.

Die vegetabilische Nahrung, namentlich die Getreidesamen und durch diese das Brod, enthalten eben so viel Eisen wie das Rindfleisch, überhaupt wie das rothe Fleisch; das Kalbfleisch enthält 1/3 weniger als das Rindfleisch; der Käse, die Eier und namentlich die Fische enthalten im Verhältniß zu den Alkalien noch weit weniger als das Kalbfleisch. Die Milch (0,47 Procent Eisen), der Käse, die Eier und Fische gehören zu den sogenannten Fastenspeisen und es ist höchst wahrscheinlich, daß die Zwecke, welche religiöse Vorschriften durch den Ausschluß des Fleisches und namentlich des rothen Fleisches erzielen, in dem Mangel des Eisens ihre Erklärung finden*).

Die anderen unverbrennlichen Bestandtheile des Fischfleisches sind die nämlichen wie die des Ochsenfleisches. Wenn die Fische gekocht werden, so geht ein Theil der löslichen Bestandtheile ihres Fleisches in die Brühe über, welche in der Regel nicht genossen wird, und ihr Blutbildungswerth wird dadurch vermindert. Besonders niedrig stellt sich der Ernährungswerth der getrockneten (Stockfisch) und gesalzenen Fische, welche vor dem Genusse gewässert und ausgelaugt werden müssen**).

---

*) Asche von Käse nach Abzug der Kochsalzes:

| | Labkäse Schweizer Käse (Johnson.) | aus saurer Milch sog. deutscher Handkäse (Johnson.) |
|---|---|---|
| Alkalien | 13,48 | 42,29†) |
| Kalk | 39,22 | 8,92 |
| Bittererde | 1,77 | 0,00 |
| Eisenoxyd | 0,35 | 0,40 |
| Phosphorsäure | 45,00 | 47,88 |
| Kieselerde | 0,18 | 0,11 |
| | 100,00 | 100,00 |

†) Unter diesen Alkalien befanden sich 25,68 Procent Natron, welche höchstwahrscheinlich durch Zusetzung des Kochsalzes in die Käseasche gekommen sind; denn die Milch enthält keine oder nur Spuren von Natronsalzen.

**) Asche des Stockfischfleisches mit Kalkwasser gewässert und ausgelaugt:

| | (Zedeler.) |
|---|---|
| Phosphorsäure | 16,775 |
| Natron | 4,259 |
| Kali | 3,700 |
| Kalk | 40,218 |
| Magnesia | 3,272 |
| Eisenoxyd | 0,537 |
| Schwefelsäure | 1,643 |
| Kohlensäure | 13,555 |
| Kochsalz | 15,112 |
| | 99,071 |

100 Theile des trockenen Fleisches hinterließen 7,25 Procent Asche.

In vielen Theilen Deutschlands wässert man den Stockfisch mit Kalkwasser, und es hat der Instinct darin das von der Wissenschaft gebotene Mittel gefunden, um einen großen Theil der Phosphorsäure in der Form von Knochenerde in der Speise zu behalten, so wie denn dieser untrügliche Rathgeber der Menschen und Thiere dem Mangel des Kalbfleisches, der Fische, der Eier an Alkalien durch Zugabe von grünen Gemüsen, Kartoffeln, Salat zu begegnen gelehrt hat. Die Küchenkräuter füllen in dieser Beziehung viele Lücken aus; die Quantität von Salzen, von alkalischen Erden und Alkalien, welche manche Küchengewächse enthalten, erregt Erstaunen; der Sellerie enthält 16 bis 20 Procent, der gewöhnliche Schnittsalat 23 bis 24 Procent, der Rosenkohl (Kohlknospen) bis 10 Procent der trockenen Pflanze an Aschenbestandtheilen.

Um zu einem klaren Begriff des Ernährungswerthes des Käsestoffs, Blutfibrins und der leimgebenden Gebilde zu gelangen, ist es nöthig, von einem höheren Gesichtspunkte aus ihre Zusammensetzung in's Auge zu fassen.

Ordnet man die Bestandtheile des thierischen Körpers, welche seine Hauptmasse ausmachen, so wie den Käsestoff und die Endproducte des Stoffwechsels nach ihrem Stickstoffgehalte und dem Verhältnisse desselben zu dem Kohlenstoff, und stellt diejenigen voran, welche die kleinste Menge Stickstoff enthalten, so hat man folgende Reihe:

| | | | Aeq. | | | Aeq. | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. | Blutalbumin . . . | enthält | 1 | Stickstoff | auf | 8 | Kohlenstoff |
| 2. | Fleischalbumin . . . | = | 1 | = | = | 8 | = |
| 3. | Eieralbumin . . . . | = | 1 | = | = | 8 | = |
| 4. | Fleischfibrin . . . . | = | 1 | = | = | 8 | = |
| 5. | Casein (Käsestoff) . . | = | 1 | = | = | 8 | = |
| 6. | Chondrin . . . . . | = | 1 | = | = | 8 | = |
| 7. | Blutfibrin . . . . | = | 1 | = | = | $7\,{}^{3}/_{7}$ | = |
| 8. | Horngebilde und Haare | = | 1 | = | = | 7 | = |
| 9. | Leimgewebe, Membranen | = | 1 | = | = | $6\,{}^{1}/_{3}$ | = |
| 10. | Inosinsäure . . . . | = | 1 | = | = | 5 | = |
| 11. | Glycocoll . . . . . | = | 1 | = | = | 4 | = |
| 12. | Kreatin und Kreatinin | = | 1 | = | = | $2\,{}^{2}/_{3}$ | = |
| 13. | Harnsäure . . . . . | = | 1 | = | = | $2\,{}^{1}/_{2}$ | = |
| 14. | Allantoin . . . . . | = | 1 | = | = | 2 | = |
| 15. | Harnstoff*) . . . . | = | 1 | = | = | 1 | = |

Mit dem Albumin beginnt, mit dem Harnstoff endigt die Reihe der in dem lebendigen Leibe gebildeten Stickstoffverbindungen. Das Albumin ist die höchste, der Harnstoff die niedrigste Verbindung. Der Organismus

*) Von den in dieser Reihe aufgeführten Stoffen ist das Albumin des Blutes, der Eier und des Fleisches so wie das Casein der Milch häufig in diesen Briefen schon erwähnt. Das Chondrin ist die organische Substanz der Knochen der Thiere vor der Ossification, es ist der Leimsubstanz in vielen Eigenschaften ähnlich, aber in seiner Zusammensetzung wesentlich davon abweichend. Das Glycocoll ist durch seine Eigenschaften sehr merkwürdig; obwohl weder sauer noch alkalisch, spielt es dennoch die Rolle einer Säure und einer Basis; es kann aus Leimsubstanz, Cholsäure und Hippursäure dar-

der Pflanze fügt niedere zu höheren Verbindungen zusammen, in dem Kreislauf des thierischen Lebens fallen die höheren in niedere auseinander. Die Verbindungen von dem Albumin abwärts enthalten den Stickstoff des Albumins, sie sind aus dem Albumin entstanden unter dem Einfluß des Sauerstoffs, durch allmäliges Austreten von Kohlenstoff oder einer Kohlenstoffverbindung, und es ist für diese Stoffe der thierische Lebensproceß ein Proceß der Rückbildung in niedere und unorganische Verbindungen. Von der Inosinsäure abwärts besitzen die folgenden keine organische Form mehr; das Glycocoll, die Harnsäure, Allantoin und Harnstoff sind krystallisirbar, d. h. ihre Gestalt ist bedingt durch eine unorganische Kraft.

Wir verstehen hiernach, wie aus Fleischfibrin Blutfibrin, aus Blutfibrin die Substanz der Membranen und Bindegewebe entstehen könne, aber aus Leimsubstanz oder Blutfibrin kann kein Albumin gebildet werden; aus der höheren kann die niedere, aber nicht umgekehrt entstehen; eine solche Aufwärtsbildung steht im Widerspruch mit den im thierischen Leibe wirkenden Kräften.

Wir sind im Stande, unter Mitwirkung der nämlichen Bedingungen, welche in dem Organismus wirken, aus Harnsäure Allantoin, aus Kreatin und Harnsäure Harnstoff darzustellen, und wir haben allen Grund zu glauben, daß wir Harnsäure und Harnstoff aus Leimgebilden, die Substanz der Membranen aus Blutfibrin werden darstellen können, eben weil es Bildungen abwärts in der organischen Reihe sind. Die Gesetze des Zerstörens ermitteln wir immer zuerst; ob wir die des Aufbauens jemals kennen lernen, steht dahin.

Es wird häufig behauptet, und ist in den vorhergehenden Briefen gesagt, daß das Albumin und Casein identisch seien; dies ist in strengem Sinne nicht richtig, nur Fleischfibrin und Blutalbumin sind identisch, das Albumin der Eier hingegen nicht, denn es enthält auf dieselben Elemente die Hälfte mehr Schwefel. Es ist sicher, daß dieser Schwefel austreten muß, wenn Eieralbumin in Blutalbumin übergeht. Ein ähnliches, wie wohl umgekehrtes Verhältniß zeigt das Casein; auf die gleiche Menge Schwefel enthält es mehr Kohlenstoff, Wasserstoff und Stickstoff als das Blutalbumin, und es ist vollkommen gewiß, daß aus diesem Bestandtheil der Milch, wenn er zu Blutalbumin in dem Organismus des jungen Thieres wird, nothwendig eine kohlenstoff-, wasserstoff- und stickstoffhaltige Verbindung austreten muß, weil nur auf diese Weise eine Substanz mit höherem Schwefelgehalt daraus entstehen kann.

Von den beiden Säuren in der Galle ist die eine, die Cholein-

---

gestellt und als Paarling dieser Verbindungen betrachtet werden; die Cholsäure ist ein Hauptbestandtheil der Galle, die Hippursäure, Harnsäure, Allantoin und Harnstoff sind Bestandtheile des Harns. Die Hornsubstanz ist keine einfache Verbindung; wenn man Hornspäne mit Wasser bedeckt an einen warmen Ort stellt, so gehen sie in Fäulniß über und die Substanz derselben zerfällt in zwei Producte, wovon das eine Aehnlichkeit mit Käsestoff, das andere mit Albumin hat; sie weichen aber beide in ihrer Zusammensetzung davon ab.

säure, schwefelhaltig; es ist ganz gewiß, daß die Schwefelverbindung aus dem schwefelhaltigen Blutfibrin oder Blutalbumin, und nicht aus der schwefelfreien Substanz der Membranen und Bindegewebe entspringt.

Wenn wir nun nach dem Mittel der vorhandenen besten Analysen die procentische Zusammensetzung der Hauptbestandtheile des Thierkörpers, des Caseins, der Bestandtheile der Galle und des Harns in Aequivalenten ihrer Elemente ausdrücken, so finden wir, daß diese zu jenen in folgenden Verhältnissen zu einander stehen:

| In dem | befinden sich auf | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Schwefel | Stickstoff | Kohlenstoff | Wasserstoff | Sauerstoff |
| Blutalbumin, Fleischalbumin, Fleischfibrin | 2 Aeq. | 27 Aeq. | 216 Aeq. | 169 Aeq. | 68 Aeq.*) |
| Eieralbumin . | 3 = | 27 = | 216 = | 169 = | 68 = |
| Casein . . . | 2 = | 36 = | 288 = | 228 = | 90 = |
| Blutfibrin . . | 2 = | 40 = | 298 = | 228 = | 92 = |
| Chondrin . . | — = | 9 = | 72 = | 59 = | 32 = |
| Leimgebilde . . | — = | 13 = | 82 = | 67 = | 32 = |
| Choleinsäure . | 2 = | 1 = | 52 = | 45 = | 14 = |
| Cholsäure . . | — = | 1 = | 52 = | 43 = | 12 = |
| Harnsäure . . | — = | 4 = | 10 = | 4 = | 6 = |
| Harnstoff . . | — = | 2 = | 2 = | 4 = | 2 = |

In diesen Formeln liegt nichts Hypothetisches; es sind Zahlenausdrücke für Thatsachen, und eben so wahr wie die Analysen auf dem gegenwärtigen Standpunkte der Wissenschaft es sind; sie bieten uns den Vortheil dar, die Abweichung in der Zusammensetzung dieser verschiedenen

---

*) Zusammensetzung des

| | Blutalbumins | | Caseins | | Blutfibrins | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| nach obiger | Formel | Analyse | Formel | Analyse | Formel | Analyse |
| Schwefel | 1,3 | 1,30 | 0,9 | 0,9 | 0,8 | 1,0 |
| Kohlenstoff | 53,5 | 53,50 | 53,7 | 53,6 | 53,4 | 53,2 |
| Stickstoff | 15,6 | 15,50 | 15,7 | 15,8 | 16,8 | 17,2 |
| Wasserstoff | 7,0 | 7,16 | 7,1 | 7,4 | 6,8 | 6,9 |
| Sauerstoff | 22,6 | 22,54 | 22,6 | 22,6 | 22,2 | 21,7 |
| | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |

| | Chondrin | | Leimsubstanz | |
|---|---|---|---|---|
| | Formel | Analyse | Formel | Analyse |
| Kohlenstoff | 49,4 | 49,2 | 49,3 | 49,4 |
| Stickstoff | 14,4 | 14,6 | 18,3 | 18,5 |
| Wasserstoff | 6,7 | 6,9 | 6,7 | 6,9 |
| Sauerstoff | 29,5 | 29,3 | 25,7 | 25,2 |
| | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |

Die Richtigkeit der Formeln der Cholsäure, Choleinsäure ist durch Strecker erwiesen, und die der Harnsäure, des Allantoins und Harnstoffs durch Prout und Andere dargethan.

Körper mit einem Blick übersehen zu können, aber es liegt in ihnen vielleicht noch etwas mehr.

Wenn wir mit Bestimmtheit wüßten, daß diese Formeln für Albumin, Blutfibrin, Casein, Chondrin, Leimgebilde nicht blos die nächsten Ausdrücke des relativen Verhältnisses ihrer Elemente wären, was sie wirklich sind, sondern auch richtige Ausdrücke für die Anzahl der Aequivalente ihrer Elemente in einem kleinsten Theilchen oder Atom derselben, so würden sie geeignet sein, uns eine weit tiefere Einsicht in das Wesen des Ernährungsprocesses und des organischen Stoffwechsels zu verschaffen, als wir bis jetzt besitzen.

Einige Andeutungen werden genügen, um das, was hier gemeint ist, zu erläutern.

Wenn wir z. B. von der vorstehenden Formel des Caseins die Elemente des Blutalbumins, von dem wir wissen, daß es daraus entsteht, abziehen, so erhalten wir:

| | Schwefel | Stickstoff | Kohlenstoff | Wasserstoff | Sauerstoff |
|---|---|---|---|---|---|
| Formel des Caseins . . . | 2 Aeq. | 36 Aeq. | 288 Aeq. | 228 Aeq. | 90 Aeq. |
| ab Formel des Blutalbumins | 2 = | 27 = | 216 = | 169 = | 68 = |
| es bleiben übrig | — = | 9 = | 72 = | 59 = | 22 = |

Wie man hieraus sieht, müssen sich, unseren Analysen nach, von dem Casein gewisse Verhältnisse Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff und Sauerstoff trennen, wenn es in Blutalbumin übergehen soll; aber es dürfte vielleicht einige Verwunderung erwecken, daß die austretenden Elemente, bis auf eine gewisse Menge Sauerstoff, genau die nämlichen sind, wie sie das Chondrin enthält, so zwar, daß wenn wir den Elementen des Caseins 10 Aeq. Sauerstoff hinzurechnen, eine Formel erhalten wird, welche gerade auf die Elemente des Blutalbumins und Chondrins in sich einschließt.

| | Schwefel | Stickstoff | Kohlenstoff | Wasserstoff | Sauerstoff |
|---|---|---|---|---|---|
| Formel der Chondrins . | — Aeq. | 9 Aeq. | 72 Aeq. | 59 Aeq. | 32 Aeq. |
| Formel des Blutalbumins | 2 = | 27 = | 216 = | 169 = | 68 = |
| zusammen | 2 = | 36 = | 288 = | 228 = | 100 = |
| Formel des Caseins . . | 2 = | 36 = | 288 = | 228 = | 90 = |
| plus 10 Aeq. Sauerstoff | . . . | . . . | . . . | . . . | 10 = |

Es würde vielleicht hieraus der Schluß gezogen werden können, daß die Natur dem jugendlichen Thiere in der Milch nicht blos den Hauptbestandtheil seines Blutes, sondern auch die Elemente zur Erzeugung seiner Knochen fertig gebildet liefert.

Nicht minder auffallend wird man die folgenden Zusammenstellungen finden:

| | | |
|---|---|---|
| Die Formel des Albumins plus 10 Aeq. Wasser | enthält die Elemente von | 2 Leimsubstanz<br>1 Choleinsäure |
| Die Formel des Blutfibrins plus 8 Aeq. Wasser | = = = = | 1 Blutalbumin<br>1 Leimsubstanz |
| Die Formel des Chondrins | = = = = | 1 Cholsäure<br>2 Harnsäure<br>8 Wasser |

| | | |
|---|---|---|
| Die Formel der Leimsubstanz plus 10 Aeq. Sauerstoff | enthält die Elemente von | 1 Cholsäure<br>3 Harnsäure<br>12 Wasser |
| Die Formel des Albumins<br>plus 10 Aeq. Wasser<br>plus 56 „ Sauerstoff | = = = = | 1 Choleinsäure<br>2 Cholsäure<br>12 Harnstoff<br>36 Kohlensäure. |

Wir halten es für eine Wahrheit, welche keines besonderen Beweises bedarf, daß aus dem Albumin Leimsubstanz und Choleinsäure, so wie Blutfibrin, daß aus Leimsubstanz und Chondrin Harnsäure und Harnstoff entstehen; die Formeln drücken nach unseren gegenwärtigen Kenntnissen aus, in welchen Verhältnissen dies geschehen **kann**, nicht in welchen es wirklich geschieht; darin liegt das Hypothetische dieser Formeln, daß wir für die Richtigkeit dieser Spaltungen in den angedeuteten Verhältnissen keine Beweise besitzen; sie haben nur Gründe der Wahrscheinlichkeit für sich.

Mit der größten Bestimmtheit geht aber daraus hervor, daß das Albumin mit 10 Aeq. Wasser gerade auf die Elemente der Substanz der Membranen und der Choleinsäure enthält, daß Blutfibrin vielleicht zur Hälfte in Leimsubstanz übergegangenes Blutalbumin ist, daß Leimsubstanz unter dem Einfluß des Respirationsprocesses gerade auf in Cholsäure, in Harnsäure oder in Harnstoff, Kohlensäure und Wasser zerfallen kann, daß wenn sich Harnsäure aus Leimsubstanz im Stoffwechsel bildet, die Elemente der Cholsäure übrig bleiben, daß die Bestandtheile des Harns und der Galle mit einander in einer sehr nahen Beziehung stehen müssen.

Aus diesen Formeln schließen wir ferner, daß der Ernährungswerth des Caseins der Milch für das Kind größer, für den Erwachsenen kleiner ist, als der des Albumins; denn es ist vollkommen sicher, daß die Natur den Ueberschuß an Elementen, den das Casein mehr als das Albumin enthält, im jugendlichen Leibe zu gewissen Zwecken bedarf und verwendet, welche für das erwachsene Thier keine Bedeutung mehr haben; wir schließen daraus, daß die in den Speisen genossene Leimsubstanz für die Blutbildung ungeeignet ist und die Erzeugung der Galle und des Harns vermehret, wie dies durch die Erfahrung für die letzteren längst schon erkannt ist*).

Der Kleber der Getreidearten, so wie das Albumin der Pflanzensäfte sind in ihrer Zusammensetzung mit Blutalbumin identisch; das Pflanzencasein besitzt die Zusammensetzung des Thiercaseins.

*) Es ist bekannt, daß durch Einwirkung von Oxydationsmitteln auf Cholsterin eine eigenthümliche Säure, die Cholsterinsäure entsteht (Redtenbacher) und daß dieselbe Säure auf ähnliche Weise aus Cholsäure und Choleinsäure (Schlieper) und sonst aus keinem anderen Bestandtheil oder Product des Thierkörpers erhalten werden kann. Dieses Verhalten stellt eine Beziehung zwischen den Säuren der Galle und dem in eben diesem Secrete oft in so großer Menge vorkommenden Gallenfett fest, und es ist nicht unmöglich, daß das Cholsterin ein Product der Umwandlung der Gallensäuren im organischen Processe ist. Niemand weiß bis jetzt was aus diesen Säuren wird.

In Beziehung auf ihren Gehalt an Salzen oder unverbrennlichen Bestandtheilen sind sich die Getreidearten nicht gleich. Im Weizen wechselt der Gehalt an Phosphorsäure von 40 bis 48 (Th. Way und Ogston) bis 60 Procent*) (Erdmann); es giebt Weizen, dessen Aschenbestandtheile in Beziehung auf Beschaffenheit und Menge die nämlichen sind, wie die des ausgekochten und ausgelaugten Fleisches, und es läßt sich nicht behaupten, daß Brod aus diesem Mehl, ausschließlich genossen, das Leben auf die Dauer erhalten könne**).

Das feinste Weizenmehl enthält mehr Stärkmehl als das gewöhnliche; die Weizenkleie ist verhältnißmäßig am reichsten an Kleber.

Das feine amerikanische Weizenmehl gehört zu den kleberreichsten und damit zu den nahrhaftesten Mehlsorten.

Roggenmehl und Roggenbrod enthalten eine dem Stärkegummi (dem sog. Dextrin) in den Eigenschaften ähnliche Substanz, welche ausnehmend leicht in Zucker übergeht; das Stärkmehl der Gerste nähert sich in manchen Eigenschaften der Cellulose und ist minder verdaulich. Der Hafer ist besonders reich an plastischen Bestandtheilen, der schottische reicher als der in Deutschland und England gebaute (R. Th. Thomson); diese Getreideart enthält in ihrer Asche, nach Abrechnung der Kieselerde der Bälge, sehr nahe die Aschenbestandtheile des Fleischsaftes.

Um die Absonderung des Mehles von den Hülsen zu befördern, wird von vielen Müllern das Getreide vor dem Mahlen schwach angefeuchtet; wenn diese Feuchtigkeit durch sehr sorgfältiges Trocknen mittelst künstlicher Wärme nicht vollständig aus dem Mehle wieder entfernt wird, so veranlaßt sie beim Aufbewahren die Verderbniß des Mehls; es bekommt einen mulsterigen Geschmack, ballt sich zu Klumpen und fühlt sich rauh an wie Gyps. Der Teig aus diesem Mehl wird schmierig und giebt ein schweres, dichtes, nicht poröses Brod. Diese Verderbniß beruht auf einer durch die Feuchtigkeit vermittelten Einwirkung des Klebers auf das Stärkmehl, durch welche in dem Mehle Essigsäure und Milchsäure entstehen, die den Kleber löslich in Wasser machen, was er für sich nicht ist.

Manche Salze machen den Kleber wieder unauflöslich, indem sie damit eine chemische Verbindung einzugehen scheinen, und es entdeckten

---

*) Weizenasche.

Analyse von Erdmann.

Nach Abzug von Eisenoxyd (1,33 Procent Kieselerde und Sand 3,37)

| | |
|---|---|
| Phosphorsaure Alkalien ($PO_5 2MO$) | 49,18 |
| Phosphorsaure Erden ($PO_5 2MO$) . | 23,13 |
| Freie Phosphorsäure . . . . . | 27,69 |
| | 100,00 |

Man vergleiche hiermit die trefflichen Analysen von Th. Way und Ogston.

**) „Ist das feinste Weizenmehl ein eben so vollkommenes Nahrungsmittel als das rohe Mehl? Ich glaube nicht, und ich erinnere in dieser Beziehung an den Versuch Magendie's, in welchem ein Hund nach 40 Tagen starb, welcher ausschließlich mit weißem Weizenbrod gefüttert wurde, während ein zweiter Hund, welcher schwarzes Brod erhielt (Mehl und Kleien) am Leben blieb, ohne Störung seiner Gesundheit." (Millon, Comptes rendus Tom. 28 p. 40.)

vor etwa 20 Jahren die belgischen Bäcker in dem (giftigen) Kupfervitriol als Zusatz zum Teig ein Mittel, aus verdorbenem Mehle ein dem Ansehen und der äußeren Beschaffenheit nach eben so schönes Brod wie aus dem besten Weizenmehle zu backen. Diese Verbesserung der physikalischen Eigenschaften ist natürlich eine Verschlechterung seiner chemischen. Aehnlich wie Kupfervitriol wirkt Alaun; dem Teige zugesetzt macht der Alaun das Brod sehr weiß, elastisch, fest und trocken, und es scheinen die Bäcker in London durch die Nachfrage nach weißem Brode, weißer als es das gewöhnliche, so vortreffliche englische und amerikanische Weizenmehl liefert, gezwungen worden zu sein, allem Mehle beim Brodbacken Alaun zuzusetzen. Ich sah in einer Alaunfabrik in Schottland kleine Berge von feingemahlenem Alaunmehl, welches für den Verbrauch der Londoner Bäcker bestimmt war.

Da die Phosphorsäure mit der Thonerde eine durch Alkalien und Säuren kaum zersetzbare chemische Verbindung bildet, so erklärt sich vielleicht hieraus die Schwerverdaulichkeit des Londoner Bäckerbrodes, welche Ausländern auffällt. Eine kleine Menge Kalkwasser, dem mulsterigen Mehle zugesetzt, hat dieselbe Wirkung wie Alaun und Kupfervitriol, ohne ihre Nachtheile mit sich zu führen.

Die sorgfältige Mischung mit dem Speichel beim Kauen des Brodes ist eine Bedingung für die rasche Verdauung des Stärkmehls; daher denn die Erhöhung der Verdaulichkeit des Mehls durch die Form, welche es in dem porösen Brode empfängt.

Die Auflockerung des Brodteiges wird durch einen Gährungsproceß bewirkt. Man setzt dem Teige Bierhefe zu, welche den durch Einwirkung des Klebers auf das Stärkmehl entstehenden Zucker in Gährung versetzt, und es wird durch die in allen Theilen des Teiges sich bildende Kohlensäure die blasige Beschaffenheit desselben hervorgebracht.

Zum Roggenbrod bedient man sich des Sauerteiges; man setzt nämlich dem frischen Mehlteige eine Portion in Gährung befindlichen Teig von einem früheren Gebäck zu, und es wird durch die Wirkung desselben aus dem Zucker stets eine gewisse Menge Essigsäure und Milchsäure gebildet, wodurch das Brod eine schwach saure Reaction erhält.

Manche Chemiker sind der Meinung, daß das Mehl durch die Gährung des Teiges einen Verlust an nahrhaften Bestandtheilen erleide, in Folge einer Zersetzung des Klebers, und es ist der Vorschlag gemacht worden, den Teig ohne Gährung mittelst Substanzen porös zu machen, welche bei ihrer Zusammenmischung kohlensaures Gas entwickeln. Bei näherer Betrachtung des Vorgangs erscheint aber diese Ansicht sehr wenig begründet.

Beim Einteigen des Mehles mit Wasser geht beim Stehen in gelinder Wärme in dem Kleber des Teiges eine ähnliche Veränderung vor sich, wie nach dem Einquellen der Gerste, beim beginnenden Keimen der Körner, in der Malzbereitung, und es wird in Folge derselben das Stärkmehl (in der Malzbereitung großentheils, in dem Brodteige nur wenige Procente) in Zucker übergeführt. Ein kleiner Theil des Klebers geht hierbei in den löslichen Zustand über, in welchem er die Eigenschaft

des Albumins gewinnt, wodurch er an seiner Verdaulichkeit und seinem Ernährungswerthe nicht das Geringste verliert.

Man kann Mehl mit Wasser nicht zusammenbringen, ohne daß sich Zucker aus dem Stärkmehl bildet, und es ist dieser Zucker und nicht der Kleber, von dem ein Theil in Gährung kommt und in Kohlensäure und Alkohol zerlegt wird.

Man weiß, daß das Malz in seinem Ernährungswerth der Gerste, aus der es dargestellt ist, nicht nachsteht, obwohl der darin enthaltene Kleber eine viel weiter gehende Veränderung erlitten hat, und die Erfahrungen in der Branntweinbrennerei aus Kartoffeln beweisen hinlänglich, daß die plastischen Bestandtheile der Kartoffeln und die des zugesetzten Malzes, nachdem sie den vollständigen Verlauf des Zuckerbildungs- und Gährungsprocesses mitgemacht haben, an ihrem Ernährungswerthe kaum verloren haben. Von einem Verlust an Kleber kann hiernach in der Brodbereitung nicht die Rede sein. In der Brodbereitung wird nur eine sehr kleine Menge Stärkmehl für den Zweck der Zuckerbildung verbraucht, und es ist das Gährungsverfahren nicht blos das einfachste und beste, sondern auch das ökonomischste unter allen Mitteln, die man empfohlen hat, um das Brod porös zu machen. Chemische Präparate sollten von Chemikern überhaupt nicht zu Küchenzwecken vorgeschlagen werden, da sie im gewöhnlichen Handel beinahe niemals rein vorkommen. So ist z. B. die käufliche rohe Salzsäure, die man mit doppeltkohlensaurem Natron dem Brodteige zuzumischen empfohlen hat, immer höchst unrein, sehr häufig arsenikhaltig, so daß sie der Chemiker zu seinen weit minder wichtigen Arbeiten niemals ohne weitläufige Processe der Reinigung anwendet.

Die Vorschläge, welche man in Zeiten des Mangels und der Hungersnoth bis jetzt gemacht hat, um das Mehl im Brode zu ersetzen und das Brod wohlfeiler zu machen, beweisen, wie weit man noch von einer vernünftigen, auf wissenschaftliche Grundsätze gebauten Diätetik entfernt ist, und wie unbekannt die Gesetze der Ernährung sind. Mit dem Preis der Nahrungsmittel verhält es sich ähnlich, wie mit dem des Brennmaterials. Wenn man sich die Mühe giebt, den Preis der verschiedenen Steinkohlensorten, oder der Brennhölzer, Braunkohlen und des Torfes mit einander zu vergleichen, so wird man finden, daß die Anzahl der Kreuzer, die man für ein gegebenes Gewicht oder Maß von diesen Brennstoffen bezahlt, so nahe wie möglich im Verhältniß zu ihrem Brennwerthe, d. h. zu der Zahl der Wärmegrade steht, die sie in der Verbrennung entwickeln; an einem Orte, wo man Buchenholz, Eichenholz und Tannenholz brennt, ist es dem Preise und dem Brennwerthe nach ganz gleichgültig, welches Holz gewählt wird: der Vortheil in der Wahl liegt in dem Zweck; für große, weite oder lange Feuerräume ist Tannenholz vortheilhafter, dessen Flamme den weitesten Raum ausfüllt; für kleine, enge Feuerräume giebt man der Kohlen wegen dem Buchenholz den Vorzug. In der Schätzung solcher Werthe irrt sich ein Einzelner leicht, aber die tägliche Erfahrung von vielen Tausenden gleicht die Irrthümer aus.

Der Mittelpreis der Nahrungsmittel in einem größeren Lande ist in der Regel das Maß ihres Ernährungswerthes; die Abweichung des Preises an verschiedenen Orten rührt von localen Ursachen (Schwierigkeit oder Leichtigkeit des Transportes, guten oder schlechten Wegen, Canälen, Flüssen ꝛc.) her. Für die Zwecke der Ernährung ist der Roggen nicht wohlfeiler als Weizen; Reis und Kartoffeln sind nicht wohlfeiler als Korn; Weizenmehl kann in Qualität mit Vortheil durch keine andere Mehlsorte ersetzt werden; nur in Zeiten des Mangels oder der Hungersnoth ändern sich diese Verhältnisse in etwas; es gewinnen alsdann Kartoffeln und Reis einen höheren Preis, weil zu ihrem Ernährungswerth ein zweiter Werth sich gesellt, den sie als Respirationsmittel zwar immer besitzen, der aber in Zeiten des Ueberflusses nicht angeschlagen wird.

Man hat, um das Brod wohlfeiler zu machen, vorgeschlagen, dem Brodteig Kartoffel-Stärkmehl oder Dextrin, Reis, Rübenmark, ausgepreßte rohe Kartoffeln, oder gekochte Kartoffeln zuzusetzen, aber alle diese Zusätze vermindern den Ernährungswerth.

Kartoffel-Stärkmehl, Dextrin oder Rübenmark, dem Mehle zugesetzt, geben eine Mischung, deren Ernährungswerth dem der Kartoffeln gleich oder noch niedriger ist; aber die Verwandlung des Getreidemehls in eine den Kartoffeln oder dem Reis gleichwerthige Nahrung wird Niemand eine Verbesserung nennen können. Die wahre Aufgabe ist: die Kartoffeln, den Reis dem Weizenmehl in dessen Wirkung ähnlich oder gleich zu machen, und nicht umgekehrt; es bleibt unter allen Umständen besser, die Kartoffeln abgekocht aus der Hand zum Brod zu essen; ihr Zusatz zum Brode sollte geradezu, des unvermeidlichen Betruges wegen, polizeilich verboten werden. Der Zusatz von Erbsen- oder Bohnenmehl zum Roggenmehl oder von weißem Käse, wie dies in Bayern geschieht (Dr. Vogel), entspricht weit eher dem Zweck; es wird aber im Preise damit nichts gewonnen.

Ein wahres Ersparniß und wirklichen Nutzen gewähren im Grunde nur diejenigen Abfälle, die im gewöhnlichen Laufe der Dinge von den Menschen zu ihrer Ernährung nicht verwerthet werden.

In England werden z. B. viele tausend Centner des feinsten und besten Weizenmehls auf Stärkmehl für die Appretirung der Baumwollenzeuge verarbeitet, und der bei dieser Fabrikation abfallende Kleber (12 bis 20 Procent des trockenen Mehls) geht meistens als Nahrungsstoff für die Menschen verloren. In den Versuchen der französischen Akademiker wurden Hunde 90 Tage lang ausschließlich mit Weizenkleber gefüttert, welcher roh ohne Widerwillen und ohne Unterbrechung von den Thieren gefressen wurde, ohne irgend bemerkliche Störung ihrer Gesundheit*).

*) Kleber aus einer Stärkmehlfabrik lieferte 1 bis 1¼ Procent Asche, welche 7,87 Kali, 2,14 Natron, 17,31 Kalk, 12,08 Bittererde, 7,13 Eisenoxyd, zusammen 47,13 Basen mit 52,08 Phosphorsäure, 0,69 Schwefelsäure und 0,09 Chlor enthielt. (Kekulé.)

Von den organischen Bestandtheilen des Fleischsaftes abgesehen giebt es keine Substanz, welche dem Fleischfibrin in Beziehung auf Eigenschaften und Ernährungswerth näher steht als Weizenkleber. In etwas Salzwasser abgekocht, getrocknet und in grobes Mehl verwandelt, läßt sich der Kleber leicht aufbewahren und giebt bei Zusatz von etwas Fleischextract und den gewöhnlichen Küchenkräutern die kräftigste, schmackhafteste und nahrhafteste Suppe. Als Mundvorrath für Schiffe und Festungen würde der trockene Weizenkleber (mit Fleischextract) eine Masse von Fleisch entbehrlich machen.

In der Bierbereitung findet bekanntlich eine Trennung der blutbildenden Bestandtheile der Gerste von dem Stärkmehl statt; von den ersten gehen die in der Bierwürze gelösten, welche in der Gährung als Hefe sich abscheiden, für die Ernährungszwecke verloren. Nur der Theil derselben, welcher in den Trebern bleibt, wird als geschätztes Viehfutter, namentlich für Milchkühe, benutzt. In der Würzebereitung lagert sich über den Trebern eine teigartige Masse ab, die aus feinen abgeschlämmten Mehltheilen des Malzes besteht und unter dem Namen „Oberteig" den deutschen Bierbrauern wohl bekannt ist. Dieser Oberteig enthält bis 26 Procent plastische Bestandtheile und 4 bis 8 Procent Stärkmehl und liefert, mit Beachtung seines großen Wassergehaltes dem Mehle zugesetzt (zu gleichen Theilen), ein tadelloses Brod. Die Brauereien Würtembergs liefern jährlich an 30,000 Ctr. Malzteig, welche 17,000 Ctr. Brod liefern könnten. (Schloßberger.) Alle diese Hülfsmittel, um in Hungerjahren die Noth der ärmeren Classen zu lindern, sind nur localer Natur und machen für die Bewohner eines großen Landes im Verhältniß zum Verbrauch nur wenig aus; es giebt nur Ein nachhaltiges Mittel für die weitesten Kreise, das darin besteht, daß das feingemahlene Korn ungebeutelt, d. h. das Mehl mit der Kleie zu Brod verbacken und der ganze im Korn vorhandene Nahrungsstoff dem Menschen zugewendet wird.

Im Jahre 1668 verbot eine Verordnung Ludwig's XIV. unter Androhung schwerer Geldstrafen, die Kleie noch einmal zu mahlen, was nach der damaligen Mühleneinrichtung einen Verlust von 40 Procent nach sich zog; im siebenzehnten Jahrhundert schätzte Vauban den jährlichen Verbrauch eines Mannes nahe auf 712 Pfund Weizen, eine Quantität, welche jetzt beinahe für zwei Mann ausreicht, und es werden heutzutage durch die Verbesserung unserer Mühlen ungeheure Massen Nahrungsstoff, viele hundert Millionen jährlich an Werth, für die Menschen gewonnen, welcher früher blos für die Thiere diente, für welche derselbe unendlich leichter durch andere Nahrungsmittel ersetzbar ist, die sich für den Genuß des Menschen durchaus nicht eignen. Es ist schon lange, namentlich durch Millon, auf den hohen Werth der Kleie als Nahrungsmittel aufmerksam gemacht worden. Der Weizen enthält nicht über 2 Procent unverdauliche Holzsubstanz, und eine vollkommene Mühle im weitesten Sinne sollte nicht über diese Quantität an Kleie geben; aber unsere besten Mühlen geben immer noch 12 bis 20 Procent (10 Theile grobe, 7 Theile feine Kleie und 3 Theile

Kleienmehl), die gewöhnlichen Mühlen bis 25 Procent an Kleie, welche 60 bis 70 Procent der nahrhaftesten Bestandtheile des Mehls enthält*).

Es ist einleuchtend, daß mit dem Verbacken des ungebeutelten Mehls die Brodmasse mindestens um 1/6 bis 1/5 vergrößert, und der Preis des Brodes um den Unterschied des Preises der Kleie (als Viehfutter) und des Mehls erniedrigt werden kann. Als Zusatz zum Mehl hat die Kleie in Zeiten des Mangels einen weit höheren Werth und ist durch keinen anderen Nahrungsstoff ersetzbar. Die Absonderung der Kleie vom Mehl ist eine Sache des Luxus, und für den Ernährungszweck eher schädlich als nützlich. Im Alterthum, bis zur Kaiserzeit, kannte man kein gebeuteltes Mehl. In Deutschland wird in vielen Gegenden, namentlich in Westphalen, die Kleie mit dem Mehle zu dem sogenannten Pumpernickel verbacken, und es giebt kein Land, in welchem die Verdauungswerkzeuge der Menschen sich in besserem Zustande befinden. Die Grenzen des Niederrheins und Westphalens lassen sich an der ganz besonderen Größe der Ueberreste genossener Mahlzeiten erkennen, welche Vorübergehende an Hecken und Zäunen hinterlassen, und es sind diese ausgezeichneten Documente des Verdauungswerthes, welche den Aerzten in England vielleicht die Idee eingeflößt haben, den englischen Großen Brod aus ungebeuteltem Mehl zu empfehlen, welches in vielen Häusern einen Bestandtheil des Frühstückes ausmacht . . .

Unter allen Künsten der Menschen giebt es keine, die sich einer richtigeren Beurtheilung erfreut und deren Producte allgemeinere Anerkennung genießen, als die, welche sich mit der Zubereitung der Speisen beschäftigt. Geleitet durch den beinahe zum Bewußtsein gelangten Instinct, den wegekundigen Führer, und durch den Geschmack, den Wächter der Gesundheit, ist der erfahrene Koch in Beziehung auf die Wahl, Zusammenstellung und Zubereitung der Speisen und ihre Aufeinanderfolge zu Errungenschaften gelangt, welche Alles übertreffen, was Chemie und Physiologie in Beziehung auf die Ernährungslehre geleistet haben. In der Suppe und den Fleischsaucen ahmt er den Magensaft nach, und in dem Käse, womit er die Mahlzeit schließt, unterstützt er die Wirkung des auflösenden Magen-Epitheliums. Die mit Speisen besetzte Tafel erscheint dem Beobachter gleich einer Maschine, deren Theile harmonisch zusammengefügt und so geordnet sind, daß damit, wenn sie in Thätigkeit gesetzt sind, ein Maximum von Wirkung hervorgebracht

*) Zusammensetzung der Weizen-Kleie:

| | Millon | Kekulé |
|---|---|---|
| Stärkmehl | 52,0 | 67,3 |
| Kleber | 14,9 | |
| Zucker | 1,0 | |
| Fett | 3,6 | 4,1 |
| Holzsubstanz | 9,7 | 9,2 |
| Salze | 5,0 | 5,6 |
| Wasser | 13,8 | 13,8 |
| | 100 | 100 |

werden könnte; der geschickte Kochkünstler begleitet die blutbildenden mit denjenigen Stoffen, welche den Proceß der Auflösung und Bluterzeugung vermitteln, in dem richtigen Verhältniß; er vermeidet alle Arten von unnöthigen Reizen, die nicht selbst wieder ausgleichend wirken, er sorgt für das Kind, den Greis und für beide Geschlechter.

Gleich naturgesetzlich wählt die verständige und erfahrene Mutter oder Wärterin die Speisen für das Kind; sie gestattet ihm vorzugsweise Milch und Mehlspeisen und begleitet letztere stets mit Obst; das Fleisch von ausgewachsenen Thieren, welches reich ist an Knochenerde (phosphorsaurem Kalk), zieht sie dem Fleisch von jungen Thieren vor und begleitet es stets mit grünen Gemüsen; sie giebt dem Kinde vorzugsweise die Knochen zum Abnagen*) und schließt Kalbfleisch, Fische und Kartoffeln von seiner Nahrung aus; für das reizbare Kind mit schwachen Verdauungsorganen setzt sie dem Mehlbrei einen Malzaufguß zu, anstatt des Rohrzuckers giebt sie ihm Milchzucker, dieses vortreffliche, von der Natur selbst für seinen Respirationsproceß zubereitete Respirationsmittel**), sie gestattet ihm ohne Einschränkung den Genuß von Kochsalz.

Die ungleichen Wirkungen der Speisen in Beziehung auf die körperlichen und geistigen Functionen der Menschen, so wie ihr Zusammenhang mit physiologischen und chemischen Ursachen sind unbestreitbar, aber es ist bis jetzt kaum der Versuch zu einer Erklärung nach den Gesetzen der Naturforschung gemacht worden.

Manche Schriftsteller behaupten, daß das Fleisch und Brod Phosphor, die Milch und Eier ein phosphorhaltiges Fett, gleichwie das Gehirn, enthalten, und daß an das phosphorhaltige Fett die Entstehung, folglich auch die Thätigkeit des Gehirns geknüpft sei. Daher lasse sich z. B. bei Denkern (weil sie viel Phosphor verbrauchen) kein Ueberfluß an Phosphor annehmen, und es bleibe immer wahr: ohne Phosphor kein Gedanke (s. Lehre der Nahrungsmittel für das Volk von Dr. Jac. Moleschott. Erlangen 1850. Seite 116). Die Wissenschaft kennt keinen Beweis, daß der thierische Körper und die Nahrung der Menschen und Thiere Phosphor als solchen enthalten, in der Form wie etwa Schwefel darin enthalten ist. Es ist längst dargethan, daß die Phosphorsäure-Menge, die man bei der Einäscherung thierischer Körper oder von Nahrungsmitteln weniger als auf nassem Wege erhält, ein bloßer Verlust ist, welcher durch Zersetzung und Verflüchtigung von Phosphorsäure in Folge der Einwirkung der Hitze bei Gegenwart von Kohle verursacht wird, und der durch einfachen Zusatz von Alkalien und alkalischen Erden, welche die Phosphorsäure binden, verhütet werden kann. Niemals ist bis jetzt in irgend einem Fett des Körpers, des Gehirns

*) In der Provinz Oberhessen, in der Umgegend von Gießen, bedienen sich die Bauern als eines wirksamen Hausmittels beim Zahnen der Kinder des reinen Kalkwassers, welches die kleinen Wesen kaffeelöffelweise mit Begierde genießen.

**) In den Käsereien Englands gehen jährlich Tausende von Centnern dieses werthvollen Respirationsmittels in den Molken verloren.

oder der Nahrung ein Phosphorgehalt (nicht Phosphorsäure-Gehalt) wirklich nachgewiesen worden. Die Ansichten, daß solche Verbindungen existiren, und daß ihre Gegenwart mit der Erzeugung von Gedanken im menschlichen Gehirn in Beziehung stehe, gehen in der Regel von Dilettanten in der Naturwissenschaft aus und beruhen auf oberflächlichen Anschauungen ohne den geringsten wissenschaftlichen Grund.

Gewiß ist es, daß drei Menschen, von denen der eine sich mit Ochsenfleisch und Brod, der andere mit Brod und Käse oder Stockfisch, der dritte mit Kartoffeln gesättigt hat, eine ihnen entgegenstehende Schwierigkeit unter ganz verschiedenem Gesichtspunkte betrachten; je nach gewissen, den verschiedenen Nahrungsmitteln eigenthümlichen Bestandtheilen ist ihre Wirkung auf Gehirn und Nervensystem verschieden.

Ein Bär, welcher auf der hiesigen Anatomie gehalten wurde, zeigte, so lange er ausschließlich Brod zur Nahrung erhielt, eine ganz sanfte Gemüthsart; ein paar Tage mit Fleisch gefüttert, machten ihn bösartig, beißig und selbst für seinen Wärter gefährlich; es ist bekannt, daß die vis irascibilis der Schweine durch Fleischnahrung so gesteigert werden kann, daß sie Menschen anfallen.

Die Fleischfresser sind im Allgemeinen stärker, kühner, kriegerischer als die pflanzenfressenden Thiere, die ihre Beute werden; in gleicher Weise unterscheiden sich die Nationen, welche von Vegetabilien leben, von denen, deren Hauptnahrungsmittel aus Fleisch besteht.

Wenn die Stärke der Individuen in der Summe von Kraftwirkungen besteht, die sie zur Ueberwindung von Widerständen ohne Nachtheil für ihre Gesundheit täglich hervorbringen können, so steht dieselbe offenbar in directem Verhältniß zu den plastischen Bestandtheilen ihrer Nahrung. Die Völker, die sich von Weizen und Roggen nähren, sind in diesem Sinne stärker als die Reis- und Kartoffelesser, und diese stärker als die Couzcouz-, Maniok-, Cassave-, Taro-essenden Neger.

Andere Verhältnisse bestehen für die Respirationsmittel; sie unterscheiden sich vorzüglich durch die Schnelligkeit und Dauer ihrer Wirkungen.

Es dauert Stunden, bis das Stärkmehl des Brodes im Magen und den Eingeweiden löslich in das Blut gelangt und verwendbar geworden ist; der Milchzucker und Traubenzucker bedürfen einer Vorbereitung durch die Verdauungswerkzeuge nicht mehr; sie gehen rascher in das Blut über; die Wirkung des Fettes ist am langsamsten, sie hält aber weit länger an; der Weingeist ist unter allen das am raschesten wirkende Respirationsmittel.

Durch seinen Gehalt an Alkalien, an organischen Säuren und gewissen anderen Stoffen, welche die Chemie noch näher zu bezeichnen hat, unterscheidet sich der Wein und überhaupt die gegohrenen Pflanzensäfte von dem Branntwein; das Bier ist eine Nachahmung des Weins. Der Branntwein besteht aus Wasser und einem Bestandtheil des Weins.

Vermöge der ihm eigenthümlichen Bestandtheile enthält der Wein in seiner Mischung eine Anzahl von Bedingungen, durch deren Vereinigung im Leibe des Menschen die Folgen der durch die Wirkung

des Alkohols auf das Nervensystem gesteigerten Functionen des Rückenmarks und Gehirns nach einer gewissen Zeit mehr oder weniger ausgeglichen werden, so daß also der Genuß von Wein weit weniger Nachtheile in seinem Gefolge hat, als der des Branntweins.

Der Handelswerth des Weins steht in geradem Verhältniß zu seinen unmittelbaren Wirkungen und im umgekehrten zu seinen Nachwirkungen*); unter gleichen Verhältnissen ist sein Preis um so höher, je vollkommener seine Wirkungen unschädlich gemacht werden durch entsprechende Steigerung des Secretionsprocesses der Lunge und der Nieren.

Der Weingeist kommt bei der Werthbestimmung stets in Betracht; aber bei den edlen Weinen steht der Preis in keinem Verhältniß zum Alkoholgehalt, weit eher im Verhältniß zu seinen nicht flüchtigen Bestandtheilen **).

Die Blume oder das Bouquet des Weins hat nur in so fern Einfluß auf den Preis, als sie der Anzeiger aller seiner Wirkungen zusammengenommen ist.

Vor allem ausgezeichnet durch ein Minimum von schädlicher Nachwirkung sind die edlen Rheinweine und manche Bordeauxweine; es ist kaum glaublich, welche Quantitäten Wein am Rhein von Individuen jedes Alters genossen werden, ohne wahrnehmbare Nachtheile für die Gesundheit des Geistes und Körpers; Gicht und Steinkrankheiten sind nirgends seltener als in der von der Natur so bevorzugten Gegend des Rheingaues; in keiner Gegend Deutschlands haben die Apotheken verhältnißmäßig einen so niedern Preis als in den reichen Städten des Rheins; denn der Wein gilt dort als die Universalarznei für Gesunde und Kranke, als die Milch für die Greise. (Siehe Anhang.)

Seinem Respirationswerth nach steht der Alkohol dem Fett am nächsten; sein Genuß zieht eine entsprechende Verminderung stärkmehl- und zuckerreicher Nahrungsmittel nach sich; er ist unverträglich mit Fett. Dem Preise nach sind Alkohol und alkoholhaltige Getränke die kostspieligsten Respirationsmittel; was sie im Körper als solche leisten, kann in stärkmehl- und zuckerreichen Nahrungsmitteln mit dem vierten bis fünften Theil ihres Preises gekauft werden.

Wie bei den Pflanzen und Thieren, so sollten die Nahrungsmittel des Menschen eine indifferente Beschaffenheit und weder eine chemische

---

*) Die Nachwirkungen des Weins bezeichnet man in Deutschland mit dem Worte „Katzenjammer".

**) Nach ihrem Preis geordnet enthalten die folgenden Rheinweine

| | | an Alkohl | an festen Rückstand | |
|---|---|---|---|---|
| Steinberg . . | 1846er | 10,87 . . . | 10,55 | (Fresenius.) |
| Markobrunn . | „ | 11,14 . . . | 5,18 | |
| Hattenheim . | „ | 10,71 . . . | 4,21 | |
| Steinberg . . | 1822er | 10,87 . . . | 9,94 | (Geiger.) |
| Rüdesheim . . | „ | 12,61 . . . | 5,39 | |
| Markobrunn . | „ | 11,6 . . . | 5,10 | |
| Geisenheim . . | „ | 12,6 . . . | 3,06 | |

noch eine besondere Wirkung auf den gesunden Organismus besitzen, sie sollten weder den Umsatz beschleunigen noch verlangsamen.

Von diesem Gesichtspunkte aus ist der Genuß von Wein und alkoholhaltigen Getränken dem Menschen vollkommen entbehrlich; wenn auch nicht immer nachtheilig für die Gesundheit der Individuen ist er stets schädlich für ihren Kraftverbrauch.

Diese Getränke beschleunigen den Stoffwechsel im Körper und haben einen Verbrauch an Kraft nach innen zur Folge, welche aufhört productiv zu sein, da sie nicht zur Ueberwindung äußerer Schwierigkeiten d. h. zur Arbeit verwendbar ist*).

Man hat die Verarmung und das Elend in vielen Gegenden dem überhand nehmenden Genuß von Branntwein zugeschrieben; dies ist ein Irrthum.

Der Branntweingenuß ist nicht die Ursache, sondern eine Folge der Noth. Es ist eine Ausnahme von der Regel, wenn ein gut genährter Mann zum Branntweintrinker wird. Wenn hingegen der Arbeiter durch seine Arbeit weniger verdient, als er zur Erwerbung der ihm nothwendigen Menge von Speise bedarf, durch welche seine Arbeitskraft völlig wieder hergestellt wird, so zwingt ihn eine starre unerbittliche Naturnothwendigkeit seine Zuflucht zum Branntwein zu nehmen; er soll arbeiten, aber es fehlt ihm wegen der unzureichenden Nahrung täglich ein gewisses Quantum von seiner Arbeitskraft. Der Branntwein, durch seine Wirkung auf die Nerven, gestattet ihm die fehlende Kraft auf Kosten seines Körpers zu ergänzen, diejenige Menge

---

*) Beim Genuß von Leberthran verliert sich bei Personen, welche an den Weingenuß gewöhnt sind, die Neigung und der Geschmack am Wein.

Seit dem Bestehen der Mäßigkeitsvereine wurde es in vielen Haushaltungen Englands für billig erachtet, das Bier, das die Dienstboten täglich erhielten, wenn sie den Mäßigkeitsvereinen beitraten und kein Bier mehr tranken, in Geld zu vergüten; aber es wurde von aufmerksamen Hausfrauen sehr bald wahrgenommen, daß der monatliche Brodverbrauch in auffallendem Verhältniß zunahm, so daß also das Bier zweimal bezahlt wurde, einmal in Geld und ein zweites Mal in einem Aequivalent von Brod.

Bei Gelegenheit des Friedenscongresses in Frankfurt a. M. theilte mir der vormalige Besitzer des berühmten Hotel de Russie mit Ausdrücken der Verwunderung mit, daß damals an seiner Tafel an gewissen Speisen, namentlich Mehlspeisen, ein wahrer Mangel eingetreten sei, ein unerhörter Fall in einem Hause, in welchem die Menge und das Verhältniß der Speisen für eine gegebene Anzahl von Personen seit Jahren festgesetzt und wohlbekannt ist. Sein Haus war nämlich gefüllt mit Friedensfreunden, die alle den Mäßigkeitsvereinen angehörten und keinen Wein tranken. Herr Sarg bemerkte, daß Personen, welche keinen Wein trinken, stets im Verhältniß mehr essen. In den Weinländern ist daher der Preis des Weines stets in dem Preis des Essens eingeschlossen, und es wird deshalb dort nicht für unbillig gehalten, an den Wirthstafeln den Wein zu bezahlen, auch wenn man ihn nicht trinkt.

Shakespeare: König Heinrich IV., Act II. Scene 4. Prinz Heinrich: O, ungeheuer! Nur für einen halben Penny Brod zu dieser unbilligen Menge Sect!

heute zu verwenden, welche naturgemäß erst den Tag darauf zur Verwendung hätte kommen dürfen; er ist ein Wechsel, ausgestellt auf die Gesundheit, welcher immer prolongirt werden muß, weil er aus Mangel an Mitteln nicht eingelöst werden kann; der Arbeiter verzehrt das Capital an Statt der Zinsen, daher denn der unvermeidliche Bankerott seines Körpers.

In ihrer Wirkung auf die Lebensprocesse unterscheiden sich von dem Wein der Thee, der Kaffee und die Chocolade.

Wenn man in Erwägung zieht, daß in Europa und Amerika über 80 Millionen Pfund Thee, und im Zollverein über 60 Millionen Pfund Kaffee jährlich verbraucht werden, daß in England und Amerika der Thee einen Bestandtheil der täglichen Lebensordnung des geringsten Arbeiters so wie des reichsten Grundadels ausmacht, daß in Deutschland das Volk auf dem Lande und in Städten um so hartnäckiger am Kaffeegenuß hängt, je mehr die Armuth die Fülle der Auswahl der Lebensmittel beschränkt, und daß der allerschmalste Taglohn immer noch in einen Bruchtheil für Kaffee und in einen andern für Brod und Kartoffeln gespalten wird, — im Angesichte solcher Thatsachen läßt sich schwerlich die Behauptung rechtfertigen: es sei der Genuß von Kaffee und Thee eine Sache der bloßen Angewöhnung. (Knapp ꝛc. Die Nahrungsmittel. Braunschweig 1847.)

Es ist wahr, es haben Tausende von Millionen Menschen gelebt, ohne Kaffee und Thee zu kennen, und die tägliche Erfahrung lehrt, daß sie unter Umständen ohne Nachtheil für die blos thierischen Lebensfunctionen entbehrt werden können; aber es ist sicher falsch, hieraus zu schließen, daß sie überhaupt, in Beziehung auf ihre Wirkungen, entbehrlich seien, und es ist sehr die Frage, ob, wenn wir keinen Thee und keinen Kaffee hätten, der Volksinstinct nicht Mittel aufsuchen und finden würde, um sie zu ersetzen. Die Wissenschaft, welche uns in diesen Beziehungen so Vieles schuldet, wird erst zu erforschen haben, ob es blos auf sündlichen Neigungen beruht, daß jedes Volk der Erde sich ein solches auf das Nervenleben einwirkendes Mittel angeeignet hat, von dem Ufer des stillen Oceans an, wo sich der Indianer viele Tage lang aus dem Leben zurückzieht, um das Glück des Kokarausches zu genießen, bis zu den arktischen Regionen, wo sich Kamtschadalen und Koriäken aus dem giftigen Fliegenschwamm einen Trank der Aufregung bereiten.

Wir halten es im Gegentheil für höchst wahrscheinlich, um nicht zu sagen gewiß, daß der Instinct der Menschen, in dem Gefühl gewisser Lücken oder gewisser Bedürfnisse des gesteigerten Lebens in unserer Zeit, welche durch Quantität nicht befriedigt werden können, eben in diesen Erzeugnissen des Pflanzenlebens das wahre Mittel aufgefunden hat, um seiner täglichen Nahrung die erforderliche und vermißte Beschaffenheit zu geben.

Eine jede Substanz, in so fern sie Antheil an den Lebensprocessen nimmt, wirkt in einer gewissen Weise auf unser Nervensystem, auf die sinnlichen Neigungen und den Willen des Menschen ein.

Macaulay, der große Forscher in dem Gebiete der Geschichte, hat

zwar in seinem classischen Werke dem Einfluß der Kaffeehäuser auf den politischen Zustand Englands im 17. Jahrhundert verdiente Berücksichtigung geschenkt, aber der Antheil, den die Bestandtheile des Kaffee's auf die Geistesrichtung damals hatten, dies ist ein Problem, welches noch zu lösen ist.

Was wir von den physiologischen Wirkungen dieser Getränke wissen, ist nicht des Erwähnens werth; gewöhnlich knüpft man sie an das Vorhandensein des Theïns (identisch mit Caffeïn im Kaffee und im Maté oder Paraguay-Thee), und dies vielleicht mit Recht; es giebt keine Getränke, welche in ihrer Zusammengesetztheit und in gewissen Bestandtheilen mehr Aehnlichkeit mit Fleischbrühe haben als Thee und Kaffee, und es ist sehr wahrscheinlich, daß ihr Gebrauch als Bestandtheil der Nahrung auf der erregenden und belebenden Wirkung beruht, welche diese Getränke mit der Fleischbrühe gemein haben.

Wenn man gewöhnliche Theeblätter in einem Uhrglase mit Papier leicht bedeckt, auf einem heißen Bleche bis zur Bräunung allmälig erhitzt, so sieht man lange weiße glänzende Krystalle sich an das Papier und die Theeblätter anlegen; dies ist das Theïn.

Seinen Eigenschaften nach gehört das Theïn zu der Classe der organischen Basen, welche alle ohne Ausnahme eine Wirkung auf das Nervensystem ausüben. Nach ihren Wirkungen in eine Reihe geordnet, welche mit dem Theïn beginnt, wirken die Endglieder derselben, das Strychnin, Brucin, als die furchtbarsten Gifte, das Chinin, mehr in der Mitte stehend, als die geschätzteste Arznei; die Bestandtheile des Opiums haben in gewissen Gaben arzneiliche, in größeren Gaben giftige Wirkungen. Die giftig und arzneilich wirkenden Pflanzenbasen enthalten auf 1 Aequivalent Stickstoff mehr als 8 Aequivalente Kohlenstoff. Theïn und Caffeïn und die ihnen ähnlichen Stoffe, welche ohne Nachtheil genossen werden können, enthalten hingegen auf dieselbe Menge Stickstoff weniger Kohlenstoff als die Blutbestandtheile.

Zu keiner organischen stickstoffhaltigen Basis steht das Theïn hinsichtlich seiner Zusammensetzung in einer näheren Beziehung als zum Kreatinin, zu der so merkwürdigen, im Muskelsystem der Thiere vorhandenen und im thierischen Lebensproceß erzeugten Verbindung, so wie zum Glycocoll, von dem wir voraussetzen dürfen, daß es einen Paarling der Leimsubstanz ausmacht, wie dies aus den folgenden Formeln anschaulich ist:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Theïn . . . . . . . | $C_8$ | $N_2$ | $H_5$ | $O_2$ |
| Kreatinin . . . . . . | $C_8$ | $N_3$ | $H_7$ | $O_2$ |
| Glycocoll (wasserfrei) . . | $C_8$ | $N_2$ | $H_8$ | $O_6$ |
| Kreatin . . . . . . . | $C_8$ | $N_3$ | $H_{11}$ | $O_6$ |
| Theobromin im Cacao . | $C_7$ | $N_2$ | $H_4$ | $O_2$ |

Man bemerkt bei Ansicht dieser Formeln, daß das Kreatinin die Elemente des Theïns und die des Amid ($NH_2$) enthält und daß sich Glycocoll und Kreatin durch die Elemente von 1 Aequivalent Ammoniak unterscheiden, welche das Kreatin mehr enthält.

Das Theïn liefert in gewissen Zersetzungsprocessen eine Reihe von

höchst merkwürdigen Producten, die mit den Producten, welche die Harnsäure bei ähnlichen Einwirkungen liefert, große Aehnlichkeit haben (Rochleder).

Das Getränk Thee unterscheidet sich von dem Getränke Kaffee durch seinen Eisen- und Mangangehalt. Dampft man einen klaren Theeaufguß von Pecco- oder Souchong-Thee zur Trockne ab und äschert den Rückstand vollständig ein, so bleibt eine Asche, welche oft durch mangansaures Kali grün gefärbt ist und mit Salzsäure — des Gehaltes an dieser Säure wegen — Chlor entwickelt. Der Gehalt des Thee's an diesen Metallen ist um so merkwürdiger, weil die empfindlichsten Reagentien das Eisen im Thee nicht anzeigen; setzt man ein Eisensalz zu, so wird der Thee wegen seines Gerbstoffgehaltes schwarz wie Dinte; der Theeaufguß enthält eine Eisenverbindung, auf welche der Gerbstoff offenbar ohne alle Wirkung ist.

Wir genießen demnach in dem Thee (von manchen Theesorten) ein Getränk, welches den wirkenden Bestandtheil der wirksamsten Mineralquellen enthält, und so gering auch die Menge Eisen sein mag, die man täglich darin zu sich nimmt, so kann dieselbe auf die vitalen Vorgänge nicht ohne Einfluß sein*).

Durch seinen Gehalt an empyreumatischen Substanzen erhält der Kaffee die Eigenschaft, diejenigen Processe der Auflösung und Zersetzung, welche durch Fermente eingeleitet und im Gang erhalten werden, auf-

*) Ein Theeaufguß von 70 Grm. Peccothee enthielt 0,104 Grm. Eisenoxyd und 0,20 Grm. Manganoxydul. (Fleitmann.)

Bestandtheile der Asche des

| | Theeaufgusses (Souchonthee) (Lehmann.) | Kaffeeabsudes (Javakaffee) (Lehmann.) | der Cacaobohnen (Guyaquil) (Zedeler.) |
|---|---|---|---|
| Kali | 47,45 | 51,45 | 37,14 |
| Kalk | 1,24 | 3,58 | 2,88 |
| Magnesia | 6,84 | 8,67 | 15,97 |
| Eisenoxyd | 3,29 | 0,25 | 0,10 |
| Phosphorsäure | 9,88 | 10,02 | 39,65 |
| Schwefelsäure | 8,72 | 4,01 | 1,53 |
| Kieselsäure | 2,31 | 0,73 | 0,17 |
| Kohlensäure | 10,09 | 20,50 | 0,00 |
| Manganoxyd | 0,71 | 0,00 | 0,00 |
| Chlornatrium | 3,62 | ClK 1,98 | Cl 1,66 |
| Natron | 5,03 | 0,00 | 0,00 |
| Kohle und Sand | 1,09 | 0,49 | 0,00 |
| | 100,77 | 100,68 | 100,33 |

100 Gew.-Theile Theeblätter (Souchong) geben mit siedendem Wasser ausgezogen 15,536 Gew.-Theile trocknen Extract, worin 3,06 Gew.-Theile Asche (= 19,69 Procent des Extracts). 100 Gew.-Theile geröstete Kaffeebohnen lieferten mit Wasser ausgekocht 21,52 Gew.-Theile Extract, worin 3,41 Gew.-Theile Asche (16,6 Procent des Extracts). Die Cacaobohnen waren ausgehülst und lieferten 3,62 Procent Asche.

zuheben; man weiß, daß alle brenzlichen Stoffe der Gährung und Fäulniß entgegenwirken und daß z. B. geräuchertes Fleisch weniger verdaulich als blos gesalzenes ist. Personen mit schwachen oder empfindlichen Verdauungswerkzeugen werden mit einiger Aufmerksamkeit leicht gewahr, daß eine Tasse starken Kaffee's nach Tisch die Verdauung augenblicklich aufhebt; erst wenn die Aufsaugung und Entfernung desselben stattgefunden hat, spürt man wieder Erleichterung; für starke Verdauungswerkzeuge, welche für dergleichen Wirkungen keine Reagentien sind, dient der Kaffee nach dem Essen aus demselben Grunde, um die durch Wein und Gewürze über eine gewisse Grenze hinaus erhöhte Thätigkeit zu mäßigen. Diese hemmenden Wirkungen auf die Verdauung besitzt der Thee nicht; er erhöht im Gegentheil die peristaltischen Bewegungen der Eingeweide, was nach Genuß von starkem Thee, namentlich nüchtern, durch Brechreiz sich zu erkennen giebt*).

Es ist bereits früher hervorgehoben worden, daß der tägliche Verbrauch von Respirationsmitteln an Quantität das Fünf= bis Sechsfache von dem Gewicht der plastischen Stoffe beträgt, und es wird in Hungerjahren der Mangel der ersteren vorzugsweise und am empfindlichsten in allen Volksclassen gefühlt. Während der Preis des Fettes, der Butter, mit dem Kornpreis steigt, und die Kartoffeln verhältnißmäßig einen höheren Preis als Korn gewinnen, bleibt der Preis des Fleisches in der Regel derselbe, wie in wohlfeilen Jahren. Ein Grund hiervon ist, daß das Brod das Fleisch ersetzen kann, aber für die Bedürfnisse des Menschen nicht ebenso vollständig ersetzbar ist durch Fleisch**). Ein anderer Grund des niedrigen Preises der Fleischwaaren beruht darin, daß in Jahren der Mißernten, in Folge von einem Uebermaß an Feuchtigkeit, wenn die gewöhnlichen Nährpflanzen mißrathen, Ueberfluß an grünem Futter, an Klee, Gras, Wurzelgewächsen ist; das

*) Nach Dr. Julius Lehmann's Untersuchungen (Ann. d. Ch. u. Ph. B. 88, S. 250) vermindert der Kaffeegenuß die Absonderung des Harnstoffs und übt demnach eine Wirkung auf den Stoffwechsel aus, welche die entgegengesetzte von der des Weins ist.

**) Bei Gelegenheit der Beschreibung seines Aufenthaltes in den Pampas erwähnt Darwin in seinem unvergleichlichen Werke, welches eine Fülle der schönsten Beobachtungen enthält: Wir konnten hier (Tapalguen 17. Sept.) etwas Zwieback kaufen. Ich hatte seit mehreren Tagen nichts als Fleisch gegessen, fühlte mich aber ganz wohl bei dieser Nahrung, merkte indessen, daß es nur zu einer sehr thätigen Lebensweise passen möchte; ich habe gehört, daß Kranke in England, die man ganz auf animalische Nahrung gesetzt hatte, diese selbst mit der Hoffnung der Gesundheit vor Augen nicht ertragen konnten. Und doch berühren die Gauchos in den Pampas Monate lang nichts als Rindfleisch. Aber ich muß bemerken, daß sie eine sehr große Menge Fett essen; sie verschmähen auch besonders mageres trockenes Fleisch, wie das des Aguti. (Naturwissenschaftliche Reisen &c. von Ch. Darwin. Deutsch von D. E. Dieffenbach. Braunschweig bei Fr. Vieweg und Sohn. 1844.)

Homer versäumt keine Gelegenheit, wenn er die Mahlzeiten und Schmäuse seiner Helden beschreibt, dem „blühenden" Fett des Schweinerückens die geziemende Lobrede zu halten.

Fleisch behält seinen niedern Preis, weil die Nachfrage darnach nicht in dem Verhältniß wie nach Brod steigt; in trockenen Jahren hat der Landwirth kein Futter, er ist genöthigt, sein Vieh zu schlachten oder um jeden Preis zu verkaufen und die Ueberführung des Marktes macht das Fleisch noch wohlfeiler als in gewöhnlichen Jahren.

Der fleischessende Mensch bedarf zu seiner Erhaltung eines ungeheueren Gebietes, weiter und ausgedehnter noch als der Löwe und Tiger, weil er — wenn die Gelegenheit sich darbietet — tödtet; ohne zu genießen. Eine Nation Jäger auf einem begrenzten Gebiete ist der Vermehrung durchaus unfähig; der zum Athmen unentbehrliche Kohlenstoff muß von den Thieren genommen werden, von denen auf der gegebenen Fläche nur eine beschränkte Anzahl leben kann. Diese Thiere sammeln von den Pflanzen die Bestandtheile ihres Blutes und ihrer Organe und liefern sie den von der Jagd lebenden Indianern, die sie unbegleitet von den Stoffen genießen, welche während der Lebensdauer des Thieres seinen Athmungsproceß unterhielten. Während der Indianer mit einem einzigen Thiere und einem diesem gleichen Gewichte Stärkmehl eine gewisse Anzahl von Tagen hindurch sein Leben und seine Gesundheit würde erhalten können, muß er, um die für die diese Zeit nöthige Wärme zu gewinnen, fünf Thiere verzehren. Seine Nahrung enthält einen Ueberfluß von plastischem Nahrungsstoff; was ihr in dem größeren Theil des Jahres fehlt, ist das hinzugehörige Respirationsmittel; daher denn die dem fleischessenden Menschen innewohnende Neigung zu Branntwein.

Die praktische Seite des Ackerbaues kann nicht klarer und tiefer aufgefaßt werden, als dies in der Rede des nordamerikanischen Häuptlings geschehen, welche der Franzose Crevecoeur überliefert hat. Jener — seinem Stamme der Missisäer den Ackerbau empfehlend — sprach: „Seht ihr nicht, daß die Weißen von Körnern, wir aber von Fleisch leben? Daß das Fleisch mehr als 30 Monden braucht, um heranzuwachsen, und oft selten ist? Daß jedes der wunderbaren Körner, die sie in die Erde streuen, ihnen mehr als hundertfältig zurückgiebt? Daß das Fleisch vier Beine hat zum Fortlaufen und wir nur zwei, um es zu haschen? Daß die Körner da, wo die weißen Männer sie hinsäen, bleiben und wachsen; daß der Winter, der für uns die Zeit der mühsamen Jagden, ihnen die Zeit der Ruhe ist? Darum haben sie so viele Kinder und leben länger als wir. Ich sage also jedem, der mich hört, bevor die Bäume über unseren Hütten vor Alter werden abgestorben sein und die Ahornbäume des Thales aufhören uns Zucker zu geben, wird das Geschlecht der kleinen Kornsäer das Geschlecht der Fleischesser vertilgt haben, wofern diese Jäger sich nicht entschließen zu säen!"

In seinen beschwerlichen und mühevollen Jagden verbraucht der Indianer durch seine Glieder eine große Summe von Kraft, aber der hervorgebrachte Effect ist sehr gering und steht mit dem Aufwand in keinem Verhältniß.

Die Cultur ist die Oekonomie der Kraft: die Wissenschaft lehrt uns

die einfachsten Mittel erkennen, um mit dem geringsten Aufwand von organischer Kraft die größten Wirkungen zu erzielen und mit gegebenen Mitteln ein Maximum von Widerständen zu überwinden. Eine jede Kraftäußerung, eine jede Kraftverschwendung in der Agricultur, in der Industrie, so wie in der Wissenschaft, und namentlich im Staate, charakterisirt die Rohheit und den Mangel an wahrer Cultur. Darin liegt eben das außerordentliche Uebergewicht an Kraft, welches unsere Zeit von allen früheren unterscheidet, daß die Entwickelung der Naturwissenschaften und der Mechanik, so wie die nähere Erforschung aller der Ursachen, wodurch mechanische Bewegungen und Ortsveränderungen hervorgebracht werden, zur genaueren Bekanntschaft mit den Gesetzen geführt haben, welche den Menschen befähigen, Naturgewalten, die sonst Angst und Entsetzen erweckten, zu seinen gehorsamen und willigen Dienern zu machen.

Einem Promotheus gleich hat der Mensch, mit Hülfe des göttlichen Funkens von Oben, welcher, genährt durch Religion und Gesittung, die Grundlage aller geistigen Vervollkommnung ist, den irdischen Elementen Leben eingeflößt.

Die Dampfmaschine empfängt Speise und Trank, und athmet gleich einem Thier; in ihrem Leib besteht eine Quelle von Wärme und eine Quelle von Kraft, wodurch innere und äußere Bewegungseffecte hervorgebracht werden, und das bestabgerichtete Pferd folgt nicht geduldiger dem Willen des Menschen, als die Locomotive unserer Eisenbahnen; sie geht schnell und langsam, sie steht still und gehorcht dem leisesten Druck seines Fingers.

Die Wissenschaft, welche die Sclavendienste den Maschinen überträgt, hat zwischen den Naturkräften und der organischen Kraft ein richtigeres Verhältniß hergestellt*).

Die Summe von Licht- und Wärmestrahlen, welche die Erde von der Sonne empfängt, ist eine unveränderliche Größe, aber sie vertheilt sich auf ihrer Oberfläche in Folge von Ursachen, welche man providentielle nennen muß, in ungleicher Weise, daher denn an dem einen Ort

*) Die keusche Königin von Ithaka in Abwesenheit ihres Gemahls Ulysses hatte, erzählt uns Homer, zwölf Sclavinnen nöthig, welche Tag und Nacht beschäftigt waren, um das für den Unterhalt ihres Hauses nöthige Korn zu mahlen. Es war ein einfach gehaltenes Haus, und ich übertreibe, wenn ich annehme, daß Penelope dreihundert Personen täglich zu ernähren hatte. Also in diesen Verhältnissen, wo alle Arbeit im Schweiße der Menschen geschah, war eine Person nöthig, um das Korn für fünfundzwanzig, vielleicht nur für die Hälfte, zu mahlen. In unsern Tagen beschäftigt das Mahlen des Getreides unendlich weniger Hände. In der Mühle zu St. Maur bei Paris kann jeden Tag das Getreide für hunderttausend Soldaten von zwanzig Arbeitern gemahlen werden; dies ist eine Person für fünftausend Consumenten. Penelope konnte ohne Zweifel den zwölf Sclavinnen nur einen mageren Unterhalt geben, obwohl sie mit Arbeit überladen waren, eben weil der Ertrag der Arbeit dieser Unglücklichen im Verhältniß so gering war. M. Chevalier, Lettres sur l'organisation du travail. Paris, Capelle 1848. S. 29.

ein Ueberschuß, welcher die Production der Lebensbedingungen erhöht, an dem andern ein Mangel, durch welchen sie herabsinkt; sind die Canäle zum Ab- und Zufluß da, so stellt sich von selbst das Gleichgewicht ein; nirgends ein Ueberfluß, nirgends ein Mangel.

In gleicher Weise vertheilt sich auf der Erde der Reichthum und sein Schatten, die Armuth; zu allen Zeiten war das gegenseitige Verhältniß derselben gleich und unveränderlich; einer dauernden Zunahme im Besitz treten Ereignisse entgegen, welche ihr eine Grenze setzen. So wie sich das Blut von den großen Stämmen aus nach den Capillarien hin bewegt, so wird das größte Einkommen verbraucht und fließt durch eine unendliche Anzahl von kleineren Canälen der ursprünglichen Quelle wieder zu.

Wo das Licht stark ist, erscheinen die Schatten dunkler; aber die Natur will es, daß in allen Abstufungen des Lichtes kräftige Pflanzen gedeihen; ohne die hohen Bäume giebt es kein Gesträuch, kein Getreide und keine Feldfrüchte; denn sie ziehen den befruchtenden Regen an und machen, daß immer die Quellen fließen, welche Gedeihen und Wohlstand verbreiten. Die neueren socialistischen Theorien wollen, daß kein Schatten mehr sei; wenn aber das letzte Grashälmchen, welches Schatten wirft, zerstört wäre, dann würde freilich überall Licht, aber auch Tod wie in der Wüste Sahara sein.

Durch die in seinem Leibe erzeugbaren Kräfte setzt der Mensch den Naturkräften, die seine Existenz unaufhörlich zu vernichten streben, einen Widerstand entgegen, welcher täglich erneuert werden muß, wenn sein Fortbestehen auf eine Zeit lang gesichert werden soll.

In jeder Stunde stirbt ein Theil unseres Körpers ab, und auch im Zustand der vollkommenen Gesundheit verfällt die Maschine nach 70 bis 80 Jahren den irdischen Mächten, aller Widerstand hört völlig auf, ihre Elemente kehren in die Atmosphäre, in den Boden zurück. Das ganze Leben ist ein unaufhörliches Ringen mit den Naturkräften, eine ewige Störung und Wiederherstellung eines Gleichgewichtszustandes.

Als Speise und Trank bedarf der Mensch der Mittel zur Wärme- und Krafterzeugung; durch sie erzeugt sich in seinem Leibe der Widerstand gegen die Einwirkung der Atmosphäre, welche täglich einen Theil seines Leibes in sich aufnimmt.

Zur Bewahrung seiner Temperatur und zum Schutz gegen Witterung bedarf er der Wohnung, der Kleidung und Heizung; zur Erhaltung der Gesundheit und ihrer Wiederherstellung die Mittel zur Reinlichkeit und Arznei; Speise und Trank können bis zu einer gewissen Grenze die Kleidung, Heizung und Arznei vertreten, sie selbst sind aber durch Befriedigung keines der anderen Lebensbedürfnisse ersetzbar, sie sind absolute oder unentbehrliche Lebensbedürfnisse.

Beim Mangel an innerem Widerstand (beim Hunger) wirken die nämlichen Naturkräfte, welche die Lebenserscheinungen bedingen, einem Schwerte gleich, welches allmälig bis zum Mittelpunkte des Lebens unaufhaltsam dringt und dessen Thätigkeit aufhebt.

Der Mensch bedarf für die Entwicklung, Vervollkommnung, Erhaltung

der eigenthümlichen Thätigkeiten seiner Sinnorgane gewisser anderen Bedingungen, welche seine angenehmen und nützlichen Bedürfnisse ausmachen. Außer diesen hat der Mensch noch eine Anzahl anderer Bedürfnisse, welche aus seiner geistigen Natur entspringen, und die durch Naturkräfte nicht befriedigt werden können; es sind dies die mannichfaltigen Bedingungen der Functionen seines Geistes, auf deren Entwickelung, Vervollkommnung und Erhaltung die richtige und zweckmäßige Verwendung der Kräfte des Körpers, so wie die Lenkung und Leitung der Naturkräfte zur Hervorbringung aller seiner nothwendigen, nützlichen und angenehmen Bedürfnisse beruhen.

Wie in dem Leibe des Individuums, so geht in der Gesammtheit aller Individuen, welche den Staat ausmachen, ein Stoffwechsel vor sich, der ein Verbrauch aller Bedingungen des Lebens und Zusammenlebens ist.

Silber und Gold haben in dem Organismus des Staates die Rolle der Blutkörperchen in dem menschlichen Organismus übernommen; gleich wie diese runden Scheibchen, ohne selbst einen unmittelbaren Antheil an dem Nutritionsproceß zu nehmen, die Vermittler des Stoffwechsels, der Wärme- und Krafterzeugung sind, durch welche die Temperatur erzeugt und die Bewegung des Blutes und aller Säfte bedingt werden, so ist das Geld der Vermittler aller Thätigkeiten im Staatsleben geworden.

Im Mittelalter bezahlte der Steuerpflichtige seine Abgaben in Korn, in Wein, in Eiern und Hühnern, in Frohnden; alle seine unentbehrlichen Bedürfnisse erzeugte er sich selbst. Die Colonialwaaren waren ihm unbekannt; mit einem halben Pfunde Heller bestritt er, was er an Werkzeugen bedurfte. Die Gemeinden besaßen ihre Brauhäuser für Bier; an vielen Orten kauften die städtischen Behörden den Wein und verzapften ihn an die Bürger der Stadt. Gold und Silber waren für die große Masse Waaren, die sie auf dem Leibe oder in ihren Häusern zur Schau trugen. Seitdem aber das Geld die Function der Sauerstoffträger im Organismus des Staates übernommen hat, bedienen sich die Reichsten an der Stelle der massiven Geräthe aus Silber und Gold des Kupfers und weißen Messings mit einem Anfluge von Silber und Gold.

Der Stoffwechsel im Staate, so wie im Leibe des Menschen, ist die Quelle aller seiner Kräfte, seine Fortdauer beruht in dem Ersatze der verbrauchten Lebensbedürfnisse, in der Erneuerung oder Wiederkehr aller Bedingungen des Lebens und Zusammenlebens. Wie in dem thierischen Körper der Stoffwechsel bemessen werden kann durch die Anzahl der Blutkörperchen, welche in einer gegebenen Zeit den Weg von dem Herzen zu den Capillarien und von da zurück zu dem Herzen nehmen, so ist der Stoffwechsel im Staatskörper meßbar durch die Geschwindigkeit, mit welcher die Geldstücke von einer Hand in die andere gelangen. Alle Ursachen, welche diese Bewegung hemmen, oder welche ähnlich wie die Naturkräfte auf den Stoffwechsel, auf den Verbrauch und Ersatz einwirken, stören den Gleichgewichtszustand und bringen eigenthümliche, den Krankheiten der Individuen ähnliche Zustände hervor.

Gegen die Wirkung gehalten, welche die Geschwindigkeit der Bewegung der Geldstücke hervorbringt, ist ihre absolute Menge eine beinahe verschwindende Größe. Der Staatskörper, im Zustand der vollkommenen Gesundheit, verhält sich wie der menschliche Körper, durch dessen Herz und Capillarien in 24 Stunden einunddreißig bis achtunddreißigtausend Pfund Blut sich bewegen, während die absolute Menge des Blutes tausendmal weniger beträgt.

Die Summe aller Widerstände, welche die Natur der Fortdauer des Lebens und der Erwerbung der Lebensbedingungen (welche nach der eigenthümlichen Function des Geldes gleichbedeutend ist dem Erwerb an Geld) entgegensetzt, ist genau so groß, daß sich die in dem Menschen erzeugbare thätige Kraft damit in's Gleichgewicht setzen kann. Der Mensch kann naturgesetzlich, ohne sein Fortbestehen zu gefährden, keinen Theil seiner Kraft zur Ueberwindung von Widerständen verbrauchen, durch deren Beseitigung die Mittel nicht erworben werden, die er bedarf, um seine verbrauchte Kraft wieder herzustellen.

Ein vollkommen gleiches Verhältniß besteht für den Organismus des Staates. Ein jeder Verbrauch von Kraft, welche nicht zur Wiederkehr einer Lebensbedingung des Staates dient, oder ein Nichtverbrauch von Kraft, welche zur Erzeugung einer Lebensbedingung vorhanden und verwendbar ist, wirkt auf die Gesundheit des Staatskörpers störend ein.

So wie jede Muskelfaser, jeder Nerv, jeder Theil des Gewebes im thierischen Körper Antheil nimmt an dem in ihm vorgehenden Stoffwechsel und seinen Theil für Aufrechthaltung und Fortdauer der allgemeinen Vorgänge der Verdauung, Blutbildung, Bewegung der Säfte und Absonderung, so wie aller Wirkungen durch die Glieder, die Sinne und das Gehirn beiträgt, so muß jedes Individuum im Staate, nach dem Maß der von ihm durch seine Glieder, Sinne oder seinen Geist verwendbaren thätigen Kraft, seinen Theil zur Erhaltung und Wiederkehr der Lebensäußerungen des Staatskörpers verwenden: die Wirkung dieser Kräfte ist eben die Arbeit.

Jeder Theil des ganzen Organismus hat ein natürliches Recht auf die freieste Verwendung seiner Arbeitskraft und alle darauf, daß keiner den andern in dieser Verwendung hemmt und hindert; das Maximum der Wirkung der Arbeitskraft steht im umgekehrten Verhältniß zu der Summe der zu überwindenden Widerstände; je größer die Widerstände sind, desto kleiner ist die Wirkung. Die Aufgabe des christlichen Staates ist, die Widerstände zu vermindern, nicht zu erhöhen, aber die Lehren des größten Staatsmannes unserer Zeit, des weisen Mannes mit dem großen Herzen, dessen Verlust die Nation, der er angehörte, und die Welt noch ein Jahrhundert lang betrauern wird, scheinen bis jetzt weder in dem Verstande, noch in den Gemüthern der Menschen fruchtbaren Boden zu finden. Es ist die Unbekanntschaft mit den bedingenden Ursachen der Gesundheit, des Gedeihens und der Stärke des Staates, welche die Mißverhältnisse herbeigeführt hat, die für manche Staaten die Quelle so vieler Uebel sind. Anstatt eines harmonischen Ganzen

hat man eine Mißgestalt, einen großen Kopf auf einem kleinen Körper, ungeheure Arme und dünne, schwache Beine, eine großen Magen und eine kleine Lunge. Wenn Laune und Zufall, anstatt Vorhersicht und Ueberlegung, und altherkömmliche Gewohnheiten im Widerspruch mit Naturgesetzen die Bewegung und Kraftverwendung des Staatsorganismus regeln, so stellt sich von selbst Schwäche und Mangel, und in ihrem Gefolge Armuth und Elend ein. Darum führt der barbarische Staat durch unrichtige und ungleich vertheilte Besteuerung ganze Bevölkerungen ihr Lebenlang der Verhungerung entgegen, wenn sie genöthigt sind, eine zu große Summe ihrer eigenen Kraft zu ihrer bloßen Fortdauer und für Zwecke zu verwenden, durch welche die Kräfte aller einzelnen Theile nicht vollkommen wieder hergestellt werden. Darum haben die Staaten mit großen stehenden Heeren nur den Schein von Stärke, weil ein dauernder Aderlaß den besten Theil ihres Blutes und ihre edelsten Säfte entzieht; ihre Macht ist der Kraft gleich, welche der Wilde im Branntweinrausche findet; wenn der Rausch verfliegt, dann ist die Macht mit der Kraft dahin.

„Alles was dem Zufall, dem freien Willen, den Leidenschaften der Menschen oder dem Grade der Intelligenz anheim gegeben zu sein scheint, ist an eben so feste, unverbrüchliche und ewige Gesetze geknüpft wie die Erscheinungen der materiellen Welt. Niemand kennt den Tag oder die Stunde seines Todes, und nichts erscheint zufälliger als die Geburt eines Knaben oder eines Mädchens. Aber wie Viele von einer Million in einem Lande zusammenlebender Menschen in 10 bis 20 bis 40 bis 60 Jahren gestorben, wie viel Knaben und Mädchen in einer Million Geburten enthalten sein werden, dies ist so gewiß und viel gewisser noch als irgend eine menschliche Wahrheit.“

„Die Statistik der Gerichtshöfe hat uns von der regelmäßigen Wiederkehr derselben Verbrechen unterrichtet, und es ergiebt sich daraus die für unsern Verstand, weil die Verbindungsglieder fehlen, unbegreifliche Thatsache, daß man für jedes größere Land die Zahl der Verbrechen und der einzelnen Arten derselben für jedes kommende Jahr mit derselben Gewißheit voraussagen kann, mit welcher man die Zahl der Geburten und natürlichen Todesfälle bestimmt hat. Von hundert der vor dem höchsten Gerichtshofe in Frankreich Angeklagten werden 61, in England 71 verurtheilt. Die Abweichungen im Mittel betragen kaum den hundertsten Theil des Ganzen. Die Anzahl von Selbstmorden im Allgemeinen, durch Schießwaffen, durch den Strick lassen sich für 15 Jahre mit Zuverlässigkeit vorher bestimmen.“

„Eine jede große Anzahl Erscheinungen derselben Art, welche periodisch auf- und niedergehen, führt auf ein unveränderliches Verhältniß. Dies ist das Gesetz der großen Zahlen, dem alle Dinge und alle Ereignisse ohne Ausnahme unterworfen sind. Diese Gesetze haben in der moralischen Welt nichts mit dem innern Wesen von Tugend und Laster, sondern mit den äußern Ursachen und den Wirkungen zu thun, die sie in der menschlichen Gesellschaft hervorbringen. Den Einfluß der Erziehung und der Gewöhnung an Ordnung und Arbeit auf die

Sittlichkeit der Menschen leugnet Niemand, ohne daß es Jemandem einfällt, diese Sittlichkeit zu einer bloßen Folge jener Gewöhnung machen zu wollen. Eine gute Erziehung, eine erhöhte Cultur mindert die Anzahl der Verbrechen, gleich wie die Anzahl der jährlichen Todesfälle in unsern Mortalitätstabellen." (Quetelet, Ueber den Menschen und die Entwickelung seiner Fähigkeiten, deutsch von Riecke. Stuttgart 1838.)

Es ist klar, daß die Erkenntniß der wahren Mittel, um die menschliche Gesellschaft einem bessern Zustande näher zu führen und das Glück der Völker dauernd zu begründen, nur durch die Aufsuchung des Einflusses aller andern Einrichtungen, Gebräuche, Gewohnheiten und Institutionen auf die Moralität des Menschen, auf dem Wege der Zahlen erlangt werden kann. Dies ist die wahre Naturforschung.

## Dreiunddreißigster Brief.

Jedermann weiß, daß in dem begrenzten, wie wohl ungeheuren Raume des Meeres ganze Welten von Pflanzen und Thieren auf einander folgen, daß eine Generation dieser Thiere alle ihre Elemente von den Pflanzen erhält, daß die Bestandtheile ihrer Organe nach dem Tode des Thieres die ursprüngliche Form wieder annehmen, in welcher sie einer neuen Generation von Pflanzen zur Nahrung dienen.

Der Sauerstoff, den die Seethiere in ihrem Athmungsproceß der daran so reichen im Wasser gelösten Luft (sie enthält 32 bis 33 Volum-Procente, die atmosphärische nur 21 Procent Sauerstoff) entziehen, wird in dem Lebensproceß der Seepflanzen dem Wasser wieder ersetzt; er tritt an die Producte der Fäulniß der gestorbenen Thierleiber, verwandelt ihren Kohlenstoff in Kohlensäure, ihren Wasserstoff in Wasser, während ihr Stickstoff die Form von Ammoniak wieder annimmt.

Wir beobachten, daß im Meere, ohne Hinzutritt oder Hinwegnahme eines Elementes, ein ewiger Kreislauf stattfindet, der nicht in seiner Dauer, wohl aber in seinem Umfang begrenzt ist, durch die in dem begrenzten Raume in endlicher Menge enthaltene Nahrung der Pflanze.

Wir wissen, daß bei den Seegewächsen von einer Zufuhr an Nahrung, von Humus, durch die Wurzel nicht die Rede sein kann. Welche Nahrung kann in der That die faustdicke Wurzel des Riesentangs aus einem nackten Felsstück ziehen, an dessen Oberfläche man nicht die kleinste Veränderung wahrnimmt — eine Pflanze, welche eine Höhe von 360 Fuß erreicht (Cook), von der ein Exemplar mit seinen Blättern und Zweigen Tausende von Seethieren ernährt. Diese Pflanzen bedürfen offenbar nur einer Befestigung, welche den Wechsel des Ortes hindert, oder eines Gegengewichts, um sie schwimmend zu halten; sie leben in einem Medium, das allen ihren Theilen die ihnen nöthige Nahrung zuführt; das Meerwasser enthält ja nicht allein Kohlensäure und Ammoniak, sondern auch die phosphorsauren und kohlensauren Alkalien und Erdsalze, welche die Seepflanze zu ihrer Entwickelung bedarf, und die wir als nie fehlende Bestandtheile in ihrer Asche finden. Alle Erfahrungen geben zu erkennen, daß die Bedingungen, welche das Dasein und die Fortdauer der Seepflanzen sichern, die nämlichen sind, welche das Leben der Landpflanzen vermitteln.

Die Landpflanze lebt aber nicht wie die Seepflanze in einem Medium,

das alle ihre Elemente enthält und jeden Theil ihrer Organe umgiebt, sondern sie ist auf zwei Medien angewiesen, von denen das eine (der Boden) die Bestandtheile enthält, die dem anderen (der Atmosphäre) fehlen.

Wie ist es möglich, kann man fragen, daß man jemals über den Antheil, den der Boden, den seine Bestandtheile an dem Gedeihen der Pflanzenwelt nehmen, in Zweifel sein konnte? daß es eine Zeit gab, wo man die mineralischen Bestandtheile der Pflanze nicht als wesentlich und nothwendig betrachtete? Auch an der Oberfläche der Erde hat man ja den nämlichen Kreislauf beobachtet, einen unaufhörlichen Wechsel, eine ewige Störung und Wiederherstellung des Gleichgewichts. Die Erfahrungen in der Agricultur geben zu erkennen, daß die Zunahme an Pflanzenstoff auf einer gegebenen Oberfläche wächst mit der Zufuhr an gewissen Stoffen, ursprünglich Bestandtheilen der nämlichen Bodenoberfläche, die von der Pflanze daraus aufgenommen worden waren: die Excremente der Menschen und Thiere stammen ja von den Pflanzen, es sind ja gerade die Materien, welche in dem Lebensproceß der Thiere, oder nach ihrem Tode die Form wieder erhalten, die sie als Bodenbestandtheile besaßen. Wir wissen, daß die Atmosphäre keinen dieser Stoffe enthält und keinen ersetzt; wir wissen, daß ihre Hinwegnahme von dem Acker eine Ungleichheit der Production, einen Mangel an Fruchtbarkeit nach sich zieht, daß wir durch Hinzuführung dieser Stoffe die Fruchtbarkeit erhalten, daß wir sie vermehren können.

Kann man nach so vielen, so schlagenden Beweisen über den Ursprung der Bestandtheile der Thiere und der Bestandtheile der Pflanzen, den Nutzen der Alkalien, der phosphorsauren Salze, des Kalkes den kleinsten Zweifel über die Principien hegen, auf welchen die rationelle Agricultur beruht?

Beruht denn die Kunst des Ackerbaues auf etwas anderem, als auf der Wiederherstellung des gestörten Gleichgewichts? Ist es denkbar, daß ein reiches, fruchtbares Land mit einem blühenden Handel, welches Jahrhunderte lang die Producte seines Bodens in der Form von Vieh und Getreide ausführt, seine Fruchtbarkeit behält, wenn der nämliche Handel ihm nicht die entzogenen Bestandtheile seiner Aecker, welche die Atmosphäre nicht ersetzen kann, in der Form von Dünger wieder zuführt? Muß nicht für dieses Land der nämliche Fall eintreten, wie für die einst so reichen fruchtbaren Gegenden Virginiens, in denen kein Weizen und kein Tabak mehr gebaut werden kann?

In Englands großen Städten werden die Producte der englischen und überdies noch fremder Agricultur verzehrt; die den Pflanzen unentbehrlichen Bodenbestandtheile von einer ungeheuren Oberfläche kehren aber nicht auf die Aecker zurück. Einrichtungen, welche in den Sitten und Gewohnheiten des Volkes liegen und diesem Lande eigenthümlich sind, machen es schwierig, vielleicht unmöglich, die unermeßliche Menge der phosphorsauren Salze (der wichtigsten, wie wohl in dem Boden in kleinster Menge enthaltenen Mineralsubstanzen) zu sammeln, welche täglich in der Form von flüssigen und festen Excrementen den Flüssen

zugeführt werden. Wir sahen für die an phosphorsauren Salzen so erschöpften englischen Felder den merkwürdigen Fall eintreten, daß die Einfuhr von Knochen (des phosphorsauren Kalkes) von dem Continent den Ertrag derselben wie durch einen Zauber um's Doppelte erhöhte! Die Ausfuhr dieser Knochen muß aber, wenn sie in dem nämlichen Maßstabe fortdauern sollte, nach und nach den deutschen Boden erschöpfen; der Verlust ist um so größer, da ein einziges Pfund Knochen so viel Phosphorsäure wie ein ganzer Centner Getreide enthält.

Die unvollkommene Kenntniß von der Natur und den Eigenschaften der Materie gab in der alchemistischen Periode zu der Meinung Veranlassung, daß die Metalle, das Gold, sich aus einem Samen entwickeln. Man sah in den Krystallen und ihren Verästelungen die Blätter und Zweige der Metallpflanze und alle Bestrebungen gingen dahin, den Samen und die zu seiner Entwickelung geeignete Erde zu finden. Ohne einem gewöhnlichen Pflanzensamen scheinbar etwas zu geben, sah man ihn ja zu einem Halm, zu einem Stamme sich entwickeln, welcher Blüthen und wieder Samen trug; hatte man den Metallsamen, so durfte man ähnliche Hoffnungen hegen.

Diese Vorstellungen konnte nur eine Zeit gebären, in der man von der Atmosphäre so gut wie nichts wußte, wo man von dem Antheil, den die Erde, den die Luft an den Lebensprocessen in der Pflanze und den Thieren nimmt, keine Ahnung hatte. Die heutige Chemie stellt die Elemente des Wassers dar, sie setzt dieses Wasser mit allen seinen Eigenschaften aus diesen Elementen zusammen, aber sie kann diese Elemente nicht schaffen, sie kann sie nur aus dem Wasser gewinnen. Das neugebildete künstliche Wasser ist früher Wasser gewesen. Viele unserer Landwirthe gleichen den alten Alchemisten: wie diese dem Stein der Weisen, so streben sie dem wunderbaren Samen nach, der ohne weitere Zufuhr von Nahrung auf ihrem Boden, der kaum reich genug für die einheimisch gewordenen Pflanzen ist, hundertfältig tragen soll!

Die seit Jahrhunderten, seit Jahrtausenden gemachten Erfahrungen sind nicht im Stande, sie vor immer neuen Täuschungen zu bewahren; die Kraft des Widerstandes gegen solchen Aberglauben kann nur die Kenntniß wahrer wissenschaftlicher Principien gewähren.

In der ersten Zeit der Philosophie der Natur war es das Wasser allein, aus dem sich das Organische entwickelte, dann war es das Wasser und gewisse Bestandtheile der Luft, und jetzt wissen wir, daß noch andere Hauptbedingungen von der Erde geliefert werden müssen, wenn die Pflanze das Vermögen sich zu vervielfältigen erlangen soll.

Die Menge der in der Atmosphäre enthaltenen Nahrungsstoffe der Pflanzen ist begrenzt; allein sie muß vollkommen ausreichend sein, um die ganze Erdrinde mit einer reichen Vegetation zu bedecken.

Beachten wir, daß unter den Tropen und in den Gegenden der Erde, wo sich die allgemeinsten Bedingungen der Fruchtbarkeit, Feuchtigkeit, ein geeigneter Boden, Luft und eine höhere Temperatur vereinigen, daß dort die Vegetation kaum durch den Raum begrenzt ist, daß da, wo der Boden zur Befestigung fehlt, die absterbende Pflanze, ihre Rinde

und Zweige selbst zum Boden werden. Es ist klar, daß es den Pflanzen dieser Gegenden an atmosphärischem Nahrungsstoff nicht fehlen kann; er fehlt auch unseren Culturpflanzen nicht. Durch die unaufhörliche Bewegung der Atmosphäre wird allen Pflanzen eine gleiche Menge von den zu ihrer Entwickelung nöthigen atmosphärischen Nahrungsstoffen zugeführt; die Luft unter den Tropen enthält nicht mehr davon, als die Luft in den kalten Zonen, und dennoch, wie verschieden scheint das Productionsvermögen von gleichen Flächen Landes dieser verschiedenen Gegenden zu sein!

Alle Pflanzen der tropischen Gegenden, die Oel- und Wachspalmen, das Zuckerrohr, sie enthalten, verglichen mit unseren Culturgewächsen, nur eine geringe Menge der eigentlichen, zur Ernährung des Thieres nothwendigen Blutbestandtheile. Die Knollen der einem hohen Strauch gleichen Kartoffelpflanze in Chili würden, von einem ganzen Morgen Land gesammelt, kaum hinreichen, um das Leben einer irländischen Familie einen Tag lang zu fristen (Darwin). Die zur Nahrung dienenden Pflanzen, welche Gegenstände der Cultur sind, sind ja nur Mittel zur Erzeugung dieser Blutbestandtheile. Beim Mangel an den Elementen, die für ihre Erzeugung der Boden liefern muß, wird sich vielleicht Amylon, Zucker, Holz, aber es werden sich diese Blutbestandtheile nicht bilden können. Wenn wir auf einer gegebenen Fläche mehr davon hervorbringen wollen, als auf dieser Fläche die Pflanze im freien wilden, im normalen Zustande aus der Atmosphäre fixiren oder aus dem Boden empfangen kann, so müssen wir eine künstliche Atmosphäre schaffen, wir müssen dem Boden die Bestandtheile zusetzen, die ihm fehlen.

Die Nahrung, welche verschiedenen Gewächsen in einer gegebenen Zeit zugeführt werden muß, um eine freie und ungehinderte Entwickelung zu gestatten, ist sehr ungleich.

Auf dürrem Sande, auf reinem Kalkboden, auf nackten Felsen gedeihen nur wenige Pflanzengattungen, meistens nur perennirende Gewächse; sie bedürfen zu ihrem langsamen Wachsthum nur sehr geringe Mengen von Mineralsubstanzen, die ihnen der für andere Gattungen unfruchtbare Boden in hinreichender Menge noch zu liefern vermag; die einjährigen, namentlich die Sommergewächse, wachsen und erreichen ihre vollkommene Ausbildung in einer verhältnißmäßig kurzen Zeit, sie kommen auf einem Boden nicht fort, welcher arm ist an den zu ihrer Entwickelung nothwendigen Mineralsubstanzen. Um ein Maximum an Größe in der gegebenen kurzen Periode ihres Lebens zu erlangen, reicht die in der Atmosphäre enthaltene Nahrung nicht hin. Es muß für sie, wenn die Zwecke der Cultur erreicht werden sollen, in dem Boden selbst eine künstliche Atmosphäre von Kohlensäure und von Ammoniak geschaffen, und dieser Ueberschuß von Nahrung, welchen die Blätter sich aus der Luft nicht aneignen können, muß den ihnen correspondirenden Organen, die sich im Boden befinden, zugeführt werden. Das Ammoniak reicht aber mit der Kohlensäure allein nicht hin, um zu einem Bestandtheile der Pflanze, um zu einem Nahrungsstoff für das Thier zu werden; ohne die Alkalien wird kein Albumin, ohne phosphorsaure

Alkalien und Erdsalze wird kein Pflanzenfibrin, kein Pflanzencasein gebildet werden können; die Phosphorsäure des phosphorsauren Kalkes, den wir in den Rinden und Borken der Holzpflanzen in so großer Menge als Excrement sich ausscheiden sehen, wir wissen, daß er unseren Getreide- und Gemüsepflanzen für die Bildung ihrer Samen unentbehrlich ist.

Wie verschieden verhalten sich von den Sommergewächsen die immergrünenden Gewächse, die Fettpflanzen, Moose, die Nadelhölzer und Farrenkräuter! Sommer und Winter nehmen sie zu jeder Zeit des Tages Kohlenstoff durch ihre Blätter auf, durch Absorption von Kohlensäure, die ihnen der unfruchtbare Boden nicht liefern kann; ihre lederartigen oder fleischigen Blätter halten das aufgesaugte Wasser mit großer Kraft zurück; sie verlieren, verglichen mit anderen Gewächsen, nur wenig davon durch Verdunstung.

Wie gering ist zuletzt die Menge der Mineralsubstanzen, die sie während ihres kaum still stehenden Wachsthums das ganze Jahr hindurch dem Boden entziehen, wenn wir sie mit der Menge vergleichen, die z. B. eine Ernte Weizen bei gleichem Gewicht in drei Monaten von dem Boden empfängt!

Wenn es im Sommer an Feuchtigkeit fehlt, durch deren Vermittelung die Pflanze die ihr nöthigen Alkalien und Salze vom Boden erhält, so beobachten wir eine Erscheinung, welche früher, wo die Bedeutung der mineralischen Nahrungsstoffe für das Leben der Pflanze nicht erkannt war, völlig unerklärlich schien. Wir sehen nämlich, daß die Blätter in der Nähe des Bodens, die sich zuerst und vollkommen entwickelt hatten, ohne eine sichtbar auf sie einwirkende schädliche Ursache ihre Lebensfähigkeit verlieren, sie schrumpfen zusammen, werden gelb und fallen ab. Diese Erscheinung zeigt sich in dieser Form nicht in feuchten Jahren, man beobachtet sie nicht an immergrünenden Gewächsen, und nur in seltenen Fällen an Pflanzen, welche lange und tiefe Wurzeln treiben; sie zeigt sich nur im Herbst und Winter an perennirenden Gewächsen.

Die Ursache dieses Absterbens ist jetzt einem Jeden klar. Die völlig entwickelt vorhandenen Blätter nehmen unausgesetzt aus der Luft Kohlensäure und Ammoniak auf, welche zu Bestandtheilen neuer Blätter, Knospen und Triebe übergehen; aber dieser Uebergang kann ohne die Mitwirkung der Alkalien und der übrigen Mineralbestandtheile nicht stattfinden. Ist der Boden feucht, so werden sie unausgesetzt zugeführt, die Pflanze behält ihre lebendige grüne Farbe; ist aber bei trockenem Wetter die Zufuhr aus Mangel an Wasser abgeschnitten, so findet in der Pflanze selbst eine Theilung statt. Die mineralischen Bestandtheile des Saftes der schon ausgebildeten Blätter werden denselben entzogen und zur Ausbildung der jungen Triebe verwendet, und mit der Entwickelung des Samens findet sich ihre Lebensfähigkeit völlig unterdrückt. Die abgewelkten Blätter enthalten nur Spuren von löslichen Salzen, während die Knospen und Triebe außerordentlich reich daran sind.

Wir sehen auf der andern Seite, daß in einem mit Salzen zu reichlich

versehenen Boden durch einen Ueberfluß an löslichen Mineralbestandtheilen bei vielen, vorzüglich Küchengewächsen, auf der Oberfläche der Blätter Salze abgesondert werden, welche das Blatt mit einer weißen filzigen Kruste bedecken; in Folge dieser Ausschwitzungen kränkeln die Pflanzen, ihre organische Thätigkeit nimmt ab, ihr Wachsthum wird gestört, und wenn dieser Zustand längere Zeit dauert, so stirbt die Pflanze ab. Diese Beobachtung macht man namentlich an blattreichen Pflanzen von großer Oberfläche, welche eine beträchtliche Menge von Wasser ausdunsten.

Bei Rüben, Kürbissen, Erbsen tritt diese Krankheit mehrentheils ein, wenn der Boden nach anhaltend trockenem Wetter, zu einer Zeit, wo die Pflanze ihrer Ausbildung nahe, wo sie aber noch nicht vollendet ist, durch heftige, aber kurz dauernde Regengüsse durchnäßt wird, und wenn auf diese wieder trockenes Wetter erfolgt. Durch die eintretende stärkere Verdunstung gelangt mit dem durch die Wurzeln aufgesaugten Wasser eine weit größere Menge von Salzen in die Pflanze, als sie verwenden kann. Diese Salze effloresciren an der Oberfläche der Blätter und wirken, wenn sie krautartig und saftig sind, ganz ähnlich auf sie ein, wie wenn man sie mit Salzauflösung begossen hätte von einem größeren Salzgehalt, als ihr Organismus verträgt. Von zwei Pflanzen gleicher Art trifft diese Krankheit immer die, welche ihrer vollendeten Ausbildung am nächsten steht; ist die eine Pflanze später gepflanzt oder ist sie in ihrer Entwickelung weiter zurückgeblieben, so tragen die nämlichen Ursachen, welche auf die andere schädlich einwirkten, dazu bei, ihre eigene Entwickelung zu befördern.

# Vierunddreißigster Brief.

In einigen der vorhergehenden Briefe habe ich es versucht, Ihnen meine Ansichten über die verschiedenen Nahrungsmittel und über die Zwecke vorzuführen, welche sie in dem thierischen Organismus zu erfüllen haben — in meinem heutigen Briefe will ich einen Gegenstand berühren von gleichem Interesse, von gleicher Wichtigkeit, die Mittel nämlich, auf einer gegebenen Fläche Landes ein Maximum dieser Nahrungsmittel für Thiere und Menschen zu erzielen.

Die Landwirthschaft ist eine Kunst und eine Wissenschaft. Die wissenschaftliche Grundlage derselben umfaßt die Kenntniß aller Bedingungen des Lebens der Vegetabilien, des Ursprungs ihrer Elemente und der Quellen ihrer Nahrung. Aus dieser Kenntniß entwickeln sich bestimmte Regeln für die Ausübung der Kunst, Grundsätze der Nothwendigkeit oder Nützlichkeit aller mechanischen Operationen des Feldbaues, welche das Gedeihen der Gewächse vorbereiten und befördern und die auf sie einwirkenden schädlichen Einflüsse beseitigen. Keine in der Ausübung der Kunst gemachte Erfahrung kann in Widerspruch stehen mit den wissenschaftlichen Principien, eben weil diese, aus allen Beobachtungen zusammengenommen abgeleitet, nur ein geistiger Ausdruck dafür sind. Die Theorie kann keiner Erfahrung widersprechen, weil sie nichts anderes sind, als die Zurückführung einer Reihe von Erscheinungen auf ihre letzten Ursachen.

Ein Feld, auf dem wir eine Anzahl von Jahren hintereinander die nämliche Pflanze cultiviren, wird in drei, ein anderes in sieben, ein anderes in zwanzig, ein anderes erst in hundert Jahren unfruchtbar für die nämliche Pflanze. Das eine Feld trägt Weizen, keine Erbsen, es trägt Rüben, aber keinen Tabak, ein drittes giebt reichliche Ernten von Rüben, aber keinen Klee. Was ist der Grund, daß der Acker nach und nach für eine und dieselbe Pflanze seine Fruchtbarkeit verliert? Was ist der Grund, daß die eine Pflanzengattung darauf gedeiht, daß die andere darauf fehlschlägt? *Diese Fragen stellt die Wissenschaft.*

Welche Mittel sind nothwendig, um dem Acker seine Fruchtbarkeit für eine und dieselbe Pflanze zu erhalten? Um ihn für zwei, für drei, für alle Culturpflanzen fruchtbar zu machen? *Diese letzteren Fragen stellt sich die Kunst*; sie sind aber nicht lösbar durch die Kunst.

Wenn der Landwirth, ohne durch ein richtiges, wissenschaftliches

Princip geleitet zu sein, sich Versuchen hingiebt, um einen Acker für eine Pflanze fruchtbar zu machen, die er sonst nicht trägt, so ist die Aussicht auf Erfolg nur gering. Tausende von Landwirthen stellen ähnliche Versuche nach mannichfaltigen Richtungen an, deren Resultat zuletzt eine Anzahl von praktischen Erfahrungen umfaßt, welche zusammen eine Methode der Cultur bilden, wodurch der gesuchte Zweck für eine gewisse Gegend erreicht wird. Allein die nämliche Methode schlägt häufig für den nächsten Nachbar schon fehl; sie hört auf, für eine zweite und dritte Gegend vortheilhaft zu sein. Welche Masse von Capital und Kraft geht in diesen Experimenten verloren! Wie ganz anders, wie viel sicherer ist der Weg, den die Wissenschaft befolgt; er setzt uns nicht der Gefahr des Mißlingens aus und gewährt uns alle Bürgschaften des Gewinns. Ist die Ursache des Fehlschlagens, die Ursache der Unfruchtbarkeit des Bodens für eine, für zwei, für die dritte Pflanze ermittelt, so ergeben sich die Mittel zur Beseitigung von selbst. Die bestimmtesten Beobachtungen beweisen, daß die Culturmethoden je nach der geognostischen Beschaffenheit des Bodens von einander abweichen. Denken wir uns in dem Basalt, in der Grauwacke, in dem Porphyr, Sandstein, Kalk eine gewisse Anzahl chemischer Verbindungen in wechselnden Verhältnissen enthalten, welche, für die Pflanzen zu ihrem Gedeihen unentbehrlich, der fruchtbare Boden ihnen darbieten muß, so erklärt sich die Verschiedenheit der Culturmethoden auf eine höchst einfache Weise, denn es ist klar, daß der Gehalt der Ackererde an diesen so wichtigen Bestandtheilen in eben dem Grade wie die Zusammensetzung der Felsarten, durch deren Verwitterung sie entstanden ist, wechseln muß.

Die Weizenpflanze, der Klee, die Rüben bedürfen gewisser Bestandtheile aus dem Boden; sie gedeihen nicht in einer Erde, in welcher sie fehlen. Die Wissenschaft lehrt uns aus der Untersuchung ihrer Asche diese Bestandtheile kennen, und wenn uns die Analyse eines Bodens zeigt, daß sie darin fehlen, so ist die Ursache seiner Unfruchtbarkeit ermittelt.

Die Beseitigung dieser Unfruchtbarkeit ist damit aber gegeben. Die Empirie schreibt allen Erfolg der Kunst, den mechanischen Operationen des Feldbaues zu; sie legt ihnen den höchsten Werth bei, ohne darnach zu fragen, auf welchen Ursachen ihr Nutzen beruht, und doch ist diese Kenntniß von der höchsten Wichtigkeit, weil sie die Verwendung der Kraft und des Capitals auf die vortheilhafteste Weise regelt und jeder Verschwendung derselben vorbeugt. Ist es denkbar, daß der Durchgang der Pflugschar, der Egge durch die Erde, daß die Berührung des Eisens dem Boden wie durch einen Zauber Fruchtbarkeit ertheilt? Niemand wird diese Meinung hegen, und dennoch ist diese Frage in der Agricultur noch nicht gelöst; gewiß ist es beim sorgfältigen Pflügen nur die weit getriebene mechanische Zertheilung und Mischung, der Wechsel, die Vergrößerung und Erneuerung der Oberfläche, durch welche der günstige Einfluß ausgeübt wird, aber die mechanische Operation ist nur Mittel zum Zweck.

Unter den Wirkungen der Zeit (im Besonderen in der Landwirthschaft dem Brachliegen, dem Ausruhen des Feldes) begreift man in der

Naturwissenschaft gewisse chemische Actionen, welche unausgesetzt ausgeübt werden durch die Bestandtheile der Atmosphäre auf die Oberfläche der festen Erdrinde. Es ist die Kohlensäure, der Sauerstoff der Luft, die Feuchtigkeit des Regenwassers, durch deren Einwirkung gewisse Bestandtheile der Fels- und Gebirgsarten oder ihrer Trümmer, welche die Ackererde bilden, die Fähigkeit empfangen, sich im Wasser zu lösen, und im Boden zu verbreiten.

Man weiß, daß diese chemischen Actionen den Begriff von dem Zahn der Zeit in sich fassen, welcher die Werke der Menschen vernichtet und die härtesten Felsen nach und nach in Staub verwandelt. Durch ihren Einfluß werden in der Ackererde gewisse Bestandtheile des Bodens durch die Pflanzen assimilirbar, und es ist nun gerade dieser Zweck, welcher durch die mechanischen Operationen des Feldbaues vermittelt werden soll. Sie sollen die Pflanzennahrungsstoffe löslich und verbreitbar machen und damit einer neuen Generation von Pflanzen die ihr nöthigen Bodenbestandtheile allerorts in dem zur Aufnahme geeigneten Zustande darbieten. Es ist einleuchtend, daß die Schnelligkeit der Aufschließung eines festen Körpers zunehmen muß mit seiner Oberfläche; je mehr Punkte wir in der gegebenen Zeit dem einwirkenden Körper darbieten, desto rascher wird die Verbindung vor sich gehen.

Um in der Analyse ein Mineral aufzuschließen, um seinen Bestandtheilen Löslichkeit zu geben, verfährt der Chemiker wie der Landwirth mit seinem Acker; er muß sich der ermüdendsten, langweiligsten und sehr schwierigen Operation der Verwandlung desselben in das feinste Pulver hingeben; durch Schlämmen scheidet er den feinsten Staub von den gröbern Theilen ab, er setzt seine Geduld auf alle möglichen Proben, weil er weiß, die Aufschließung ist nicht vollkommen, seine ganze Operation mißlingt, wenn er in der Vorbereitung minder aufmerksam verfährt.

Welchen Einfluß die Vergrößerung der Oberfläche eines Steins auf seine Verwitterbarkeit ausübt, auf die Veränderungen nämlich, die er durch die chemische Thätigkeit der Bestandtheile der Atmosphäre und des Wassers erfährt, läßt sich in den Goldbergwerken zu Yaquil in Chili, welche Darwin auf eine so interessante Weise beschreibt, in einem großen Maßstab beobachten. Das goldführende Gestein wird auf Mühlen in das feinste Pulver verwandelt und die leichteren Steintheile von den Metalltheilen durch einen Schlämmproceß geschieden. Durch den Wasserstrom werden die Steintheilchen hinweggeführt, die Goldtheilchen fallen zu Boden. Der abfließende Schlamm wird in Teiche geleitet, wo er in Ruhe sich wieder absetzt. Wenn der Teich sich nach und nach damit anfüllt, wird der Schlamm herausgezogen und auf Haufen sich selbst, d. h. der Wirkung der Luft und Feuchtigkeit überlassen. Nach der Natur des Waschprocesses, dem es unterworfen worden war, kann dieses feinzertheilte Gestein keinen löslichen Bestandtheil mehr enthalten; die löslichen sind ja beim Schlämmen durch den Wasserstrom hinweggeführt worden. Mit dem Wasser bedeckt, also beim Abschluß der Luft, auf dem Boden des Teiches erlitt der Schlamm keine Veränderung, allein der Luft und Feuchtigkeit gleichzeitig ausgesetzt, stellt sich eine mächtige

chemische Action in seiner ganzen Masse ein, die sich durch Auswitterung reichlicher Salzefflorescenzen, welche die Oberfläche bedecken, zu erkennen giebt. Nach einer zwei- bis dreijährigen Aussetzung wird der Schlämmproceß mit diesem hartgewordenen Schlamm wiederholt, und so sechs- bis siebenmal, wo man stets, wiewohl in abnehmendem Verhältniß, neue Quantitäten Gold daraus gewinnt, welche durch den chemischen Proceß der Verwitterung bloßgelegt, d. h. ausscheidbar wurden. Es ist dies die nämliche chemische Action, die in der Ackererde vor sich geht, die wir durch die mechanischen Operationen des Feldbaues steigern und beschleunigen. Wir erneuern die Oberfläche und suchen jeden Theil der Ackerkrume der Wirkung der Kohlensäure und des Sauerstoffs zugänglich zu machen. Wir verbreiten damit den Ueberschuß von mineralischen Nahrungsmitteln, der sich an einem Orte befindet, an andere hin, wo daran Mangel ist, so daß die neue Generation von Pflanzen überall die zu ihrem Gedeihen nothwendige Nahrung findet.

# Fünfunddreißigster Brief.

Der Inhalt meines letzten Briefes dürfte Ihnen einige Aufklärung verschafft haben über die allgemeinen Principien, auf welchen die Kunst des Ackerbaues beruht; es bleibt mir jetzt noch übrig, Ihre Aufmerksamkeit auf einige besondere Verhältnisse zu lenken, welche mir vorzugsweise geeignet erscheinen, auf eine überzeugende Weise darzuthun, wie innig der Zusammenhang zwischen Agricultur und Chemie, und wie unmöglich es ist, in dieser wichtigsten aller Künste Fortschritte zu machen, ohne mit den Principien der Chemie vertraut zu sein.

Alle Culturpflanzen bedürfen der Alkalien, der alkalischen Erden, eine jede in einem gewissen Verhältniß; die Getreidearten gedeihen nicht, wenn in dem Boden Kieselsäure in löslichem Zustande mangelt. Die in der Natur vorkommenden Silicate unterscheiden sich durch die größere oder geringere Verwitterbarkeit, durch den ungleichen Widerstand, den ihre Bestandtheile der auflösenden Kraft der atmosphärischen Agentien entgegensetzen, sehr wesentlich von einander. Der Granit von Corsica zerfällt zu Pulver in einer Zeit, wo der polirte Granit der Bergstraße seinen Glanz noch nicht verliert.

Es giebt Bodenarten, die an leicht verwitterbaren Silicaten so reich sind, daß nach einem oder zwei Jahren so viel kieselsaures Kali löslich und assimilirbar geworden ist, als die Halme und Blätter einer ganzen Ernte Weizen bedürfen. In Ungarn sind große Strecken Landes nicht selten, wo seit Menschengedenken auf einem und demselben Felde Weizen und Tabak abwechselt gebaut werden, ohne daß dieses Land jemals etwas von den Mineralbestandtheilen zurück empfing, die mit den Blättern und Korn hinweggenommen wurden. Es giebt Felder, in denen erst nach Verlauf von zwei, von drei oder mehr Jahren die für eine Ernte Weizen nöthige Quantiät kieselsaures Kali zur Aufschließung gelangt.

B r a c h e heißt nun im weitesten Sinne diejenige Periode der Cultur, wo in dem Boden, dem Einfluß der Witterung überlassen, gewisse Bestandtheile verbreitbar und für die Pflanzenwurzeln aufnehmbar werden, die es vorher nicht, oder in geringerem Grade waren. Im engeren Sinne bezieht sich das Brachliegen stets nur auf die Intervalle in der Cultur der Getreidepflanzen; für diese ist ein Magazin von löslicher Kieselerde neben den Alkalien eine Hauptbedingung ihres Gedeihens, und wenn wir auf dem nämlichen Felde Kartoffeln oder Rüben

bauen, durch welche die aufgeschlossene Kieselerde nicht entführt wird, so muß es für die darauf folgende Weizenpflanze diese Bedingung behalten.

Aus dem Vorhergehenden ergiebt sich, daß die mechanische Bearbeitung des Feldes das einfachste und wohlfeilste Mittel ist, um die im Boden enthaltenen Nahrungsstoffe den Pflanzen allerorts zugänglich zu machen. Giebt es nun, kann man fragen, außer den mechanischen nicht noch andere Mittel, welche dazu dienen können, den Boden aufzuschließen und die Aufnahme seiner Bestandtheile in den Organismus der Pflanzen vorzubereiten? Diese Mittel giebt es allerdings, und unter ihnen ist vorzüglich der gebrannte Kalk in England seit einem Jahrhundert in einem großen Maßstab in Gebrauch; es würde sehr schwer sein, um ein einfacheres und dem Zweck entsprechenderes aufzufinden. Um aber eine richtige Ansicht über die Wirkung des Kalkes auf die Ackerkrume zu gewinnen, ist es nöthig, sich an die Processe zu erinnern, welche der Chemiker zu Hülfe nimmt, um in einer gegebenen kurzen Zeit ein Mineral aufzuschließen, seine Bestandtheile in den auflöslichen Zustand zu versetzen.

Der auf's feinste gepulverte Feldspath z. B. bedarf für sich einer wochen- oder monatelangen Behandlung mit einer Säure, um ihn aufzulösen; mischen wir ihn aber mit Kalk und setzen ihn einer mäßig starken Glühhitze aus, so geht der Kalk eine chemische Verbindung mit den Bestandtheilen des Feldspathes ein. Ein Theil des im Feldspath gebundenen Alkalis (Kali) wird in Freiheit gesetzt, und das bloße Uebergießen mit einer Säure reicht jetzt schon in der Kälte hin, nicht nur um den Kalk, sondern auch die anderen Bestandtheile des Feldspathes in der Säure zu lösen. Von der Kieselerde wird so viel von der Säure aufgenommen, daß die letztere zu einer durchscheinenden Gallerte gesteht. Aehnlich nun wie der Kalk zum Feldspath beim Brennen, verhält sich der gelöschte Kalk zu den meisten alkalischen Thonerde-Silicaten, wenn sie im feuchten Zustande längere Zeit mit einander in Berührung bleiben. Zwei Mischungen, die eine von gewöhnlichem Töpferthon oder Pfeifenerde mit Wasser, die andere von Kalkmilch, werden beim Zusammenschütten augenblicklich dicker. Ueberläßt man sie monatelang in diesem Zustande sich selbst, so gelatinirt jetzt der mit Kalkbrei gemischte Thon, wenn man ihn mit einer Säure zusammenbringt; diese Eigenschaft ging ihm von der Berührung mit Kalk beinahe völlig ab. Der Thon wird, indem der Kalk eine Verbindung mit seinen Bestandtheilen eingeht, aufgeschlossen, und was noch merkwürdiger ist, der größte Theil der darin enthaltenen Alkalien wird in Freiheit gesetzt. Diese schönen Beobachtungen sind zuerst von Fuchs in München gemacht worden; sie haben nicht allein zu Aufschlüssen über die Natur und Eigenschaften der hydraulischen Kalke geführt, sondern was weit wichtiger gehalten werden muß, sie haben die Wirkungen des ätzenden gelöschten Kalkes auf die Ackerkrume erklärt und der Agricultur ein unschätzbares Mittel geliefert, um den Boden aufzuschließen und die den Pflanzen unentbehrlichen Alkalien in Freiheit zu setzen.

Im October haben die Felder in Yorkshire und Herefordshire das

Ansehen, wie wenn sie mit Schnee bedeckt wären. Ganze Quadratmeilen sieht man mit gelöschtem oder an der Luft zerfallenem Kalk bedeckt, der in den feuchten Wintermonaten seinen wohlthätigen Einfluß auf den dortigen steifen Thonboden ausübt.

Im Sinne der jetzt verlassenen Humustheorie sollte man denken, daß der gebrannte Kalk eine nachtheilige Wirkung auf den Boden ausüben müßte, weil die darin enthaltenen organischen Materien durch den Kalk zerstört, weil sie unfähig dadurch gemacht werden, einer neuen Vegetation Humus abzugeben; allein es tritt ganz das Gegentheil ein, die Fruchtbarkeit des Bodens für Cerealien findet sich durch den Kalk gesteigert. Die Cerealien bedürfen der Alkalien, der löslichen kieselsauren Salze, welche durch die Wirkung des Kalkes für die Pflanze assimilirbar gemacht werden. Ist nebenbei noch eine verwesende Materie vorhanden, welche Kohlensäure liefert, so wird ihre Entwickelung befördert; allein nothwendig ist sie nicht. Geben wir dem Boden Ammoniak und die den Getreidepflanzen unentbehrlichen phosphorsauren Salze, im Fall sie ihm fehlen, so haben wir alle Bedingungen zu einer reichlichen Ernte erfüllt; denn die Atmosphäre ist ein ganz unerschöpfliches Magazin an Kohlensäure. Einen nicht minder günstigen Einfluß auf die Fruchtbarkeit des Thonbodens übt in manchen Gegenden das bloße Brennen desselben aus.

Die Beobachtung des merkwürdigen Wechsels in seinen Eigenschaften, welche der Thon durch Brennen erfährt, ist noch nicht alt; man hat sie zuerst in der Mineralanalyse an manchen Thonsilicaten gemacht. Viele derselben, welche im natürlichen Zustande von Säuren nicht angegriffen werden, erlangen eine vollkommene Löslichkeit, wenn man sie vorher zum Glühen und Schmelzen erhitzt. Zu diesen gehört der Töpfer- oder Pfeifenthon, der Lehm und die verschiedenen in der Ackerkrume vorhandenen Modification des Thons. Im natürlichen Zustande kann man sie z. B. mit concentrirter Schwefelsäure Stunden lang kochen, ohne daß sich etwas bemerklich davon auflöst; wird der Thon (wie der Pfeifenthon in manchen Alaunfabriken) aber schwach gebrannt, so löst er sich mit der größten Leichtigkeit in der Säure; die darin enthaltene Kieselerde wird als Kieselgallerte im löslichen Zustand abgeschieden.

Der gewöhnliche Töpferthon gehört zu den sterilsten Bodenarten, obwohl er in seiner Zusammensetzung alle Bedingungen des üppigsten Gedeihens der meisten Pflanzen enthält, aber ihr bloßes Vorhandensein reicht nicht hin, um einer Pflanze zu nützen. Der Boden muß der Luft, dem Sauerstoff, der Kohlensäure zugänglich, er muß für diese Hauptbedingungen der freudigen Entwickelung der Wurzel durchdringlich, seine Bestandtheile müssen in einem Zustand der Verbindung darin enthalten sein, der sie fähig macht, in die Pflanze überzugehen. Alle diese Eigenschaften fehlen dem plastischen Thon, sie werden ihm aber gegeben durch eine schwache Calcination*).

*) Ich sah in Hardwik Court bei Glocester den Garten des Herrn Baker, der, aus einem steifen Thon bestehend, aus dem Zustand der höchsten Sterilität

Die große Verschiedenheit in dem Verhalten des gebrannten und ungebrannten Thons zeigt sich in feuchten Gegenden an den mit Ziegeln aufgeführten Gebäuden. In den flandrischen Städten, wo fast alle Gebäude aus Backsteinen bestehen, bemerkt man an der Oberfläche der Mauern schon nach wenigen Tagen Auswitterungen von Salzen, welche sie wie mit einem weißen Filze überziehen. Werden diese Salze durch Regen abgewaschen, so kommen sie sehr bald wieder zum Vorschein, und dies beobachtet man selbst an Mauern, welche, wie die Thore der Festung Lille, schon Jahrhunderte lang stehen. Es sind dies kohlensaure und schwefelsaure Salze mit alkalischen Basen, welche bekanntlich in der Vegetation eine sehr wichtige Rolle spielen. Auffallend ist der Einfluß des Kalkes auf diese Salzauswitterungen; sie kommen nämlich zuerst an den Stellen zum Vorschein, wo sich Mörtel und Stein berühren.

Es ist klar, daß in Mischungen von Thon mit Kalk sich alle Bedingungen der Aufschließung des Thonsilicates, des Löslichwerdens der kohlensauren Alkalien vereinigt finden. Der in kohlensaurem Wasser sich lösende Kalk wirkt wie Kalkmilch auf den Thon ein, und hieraus erklärt sich der günstige Einfluß, den das Ueberfahren mit Mergel (womit man alle an Kalk reichen Thone bezeichnet) auf die meisten Bodenarten ausübt. Es giebt Mergelboden, welcher an Fruchtbarkeit für alle Pflanzengattungen alle anderen Bodenarten übertrifft. Noch weit wirksamer muß sich der Mergel in gebranntem Zustande zeigen, so wie die Mineralien, die ihm ähnlich zusammengesetzt sind: hierher gehören bekanntlich die Kalksteine, welche zur Bereitung des hydraulischen Kalkes sich eignen; durch sie werden dem Boden nicht allein die den Pflanzen nützlichen alkalischen Basen, sondern auch Kieselerde in dem zur Aufnahme fähigen Zustande zugeführt.

Die Braun- und Steinkohlenaschen sind als vortreffliche Mittel zur Verbesserung des Bodens an vielen Orten im Gebrauch; man erkennt diejenigen, welche ganz besonders diesen Zweck erfüllen, an ihrer Eigenschaft mit Säuren zu gelatiniren, oder, mit Kalkbrei gemischt, nach einiger Zeit, wie der hydraulische Kalk, fest und steinhart zu werden.

Die mechanischen Operationen des Feldbaues, die Anwendung des Kalkes und das Brennen des Thones vereinigen sich, wie man sieht, zur Erläuterung eines und desselben wissenschaftlichen Princips; es sind Mittel, um die Verwitterung der alkalischen Thonsilicate zu beschleunigen, um die Pflanzen beim Beginn einer neuen Vegetation mit gewissen ihnen unentbehrlichen Nahrungsstoffen zu versehen.

---

in den der größten Fruchtbarkeit durch bloßes Brennen überging. Die Operation war bis zu einer Tiefe von drei Fuß vorgenommen worden — ein nicht sehr wohlfeiles Verfahren, allein der Zweck wurde erreicht.

# Sechsunddreißigster Brief.

Nachdem ich im Vorhergehenden meine Ansichten ausgesprochen habe über die Bodenverbesserung durch mechanische Bearbeitung und durch Zufuhr von Mineralsubstanzen, bleiben mir jetzt noch einige Worte zu sagen über die Wirkungsweise der thierischen Excremente, des Düngers im engeren Sinn des Wortes.

Um eine klare Vorstellung über den Werth und die Wirkungsweise der thierischen Excremente zu haben, ist es vor Allem wichtig, sich an den Ursprung derselben zu erinnern. Es ist Jedermann bekannt, daß bei Enthaltung von aller Speise das Gewicht des lebenden thierischen Körpers in jedem Zeitmoment abnimmt. Wenn dieser Zustand längere Zeit dauert, so wird die Gewichtsabnahme auch dem Auge in der Abmagerung sichtbar, das Fett, die Muskeln nehmen ab und verschwinden zuletzt, so daß bei Personen, welche den Hungertod sterben, nur Häute, Sehnen und Knochen übrig bleiben. Aus dieser Abmagerung im sonst gesunden Zustande geht hervor, daß in jedem Lebensmoment eines Thieres ein Theil der lebendigen Körpersubstanz eine Veränderung erfährt, daß sie die Form von leblosen Verbindungen annimmt, welche mehr oder weniger verändert durch die Organe der Secretion, durch Haut, Lunge und Harnblase austreten. Dieses Austreten der lebendigen Körpertheile steht in der innigsten Beziehung mit dem Respirationsproceß; man kann sagen, daß es bedingt wird durch die Aufnahme von Sauerstoff aus der Luft, der sich mit gewissen Körpertheilen vereinigt. Mit jedem Athemzuge wird dem Blut in der Lunge eine gewisse Menge Sauerstoff zugeführt, der sich mit gewissen Bestandtheilen des Blutes verbindet; allein trotzdem, daß das Gewicht des zugeführten Sauerstoffes täglich auf dreißig bis vierzig Unzen steigen kann, wird das Gewicht des Körpers dadurch nicht vermehrt. Aller Sauerstoff, der beim Einathmen dem Körper zugeführt wird, tritt bei dem Ausathmen vollständig wieder aus, und zwar in der Form von Kohlensäure und Wasser; durch jeden Athemzug wird der Kohlenstoff- und Wasserstoffgehalt des Körpers vermindert. Bei der Abmagerung durch Hunger rührt die Gewichtsabnahme des Körpers aber nicht allein von dem Austreten des Kohlenstoffs und Wasserstoffs her, sondern alle anderen Substanzen, welche mit diesen Elementen vereinigt waren, werden ebenfalls abgeschieden. Der Stickstoff der lebendigen Gebilde, welche diese Veränderung

erleiden, sammelt sich in der Harnblase an. Der Harn enthält eine an Stickstoff sehr reiche Verbindung, den Harnstoff, und neben diesem den Schwefel der Gebilde in der Form eines schwefelsauren Salzes; durch den Harn treten allmälig alle löslichen Salze des Blutes und aller thierischen Flüssigkeiten, das Kochsalz, die phosphorsauren Salze, Natron und Kali aus. Der Kohlenstoff und Wasserstoff des Blutes, der Muskelfasern und aller einer Veränderung fähigen Gebilde des Thierkörpers kehren in die Atmosphäre zurück, der Stickstoff, so wie die löslichen anorganischen Bestandtheile werden in der Form von Harn der Erde zugeführt.

Wir haben in dem Obigen die Veränderungen betrachtet, welche in dem gesunden Thierkörper in jedem Lebensmoment vor sich gehen, wir wissen, daß ein Theil des Körpers im gesunden Zustande unaufhörlich austritt, und es ist klar, wenn das ursprüngliche Gewicht wieder hergestellt werden soll, so müssen ihm Stoffe zugeführt werden, aus denen sich das Blut und die ausgetretene Körpersubstanz wieder erzeugen. Diese Zufuhr geschieht durch die Speisen. In einem normalen Gesundheitszustand beobachtet man an dem Körper des erwachsenen Menschen, von vierundzwanzig zu vierundzwanzig Stunden, keine merkliche Gewichtszunahme oder Abnahme. Im jugendlichen Alter nimmt das Gewicht allmälig zu, im Greisenalter nimmt es ab. Es ist klar, daß die Speisen den Abgang der ausgetretenen Körpertheile wieder ersetzt haben, daß durch sie dem erwachsenen Thiere genau so viel Kohlenstoff, Stickstoff, Wasserstoff und von den übrigen Elementen wieder zugeführt wird, als an diesen Stoffen durch Haut, Lunge und Harnblase ausgetreten ist. Im jugendlichen Alter ist die Zufuhr größer, ein Theil der Bestandtheile der Speisen bleibt im Körper, im Greisenalter ist sie kleiner, oder es tritt mehr aus als ein. Es kann hiernach nicht dem geringsten Zweifel unterliegen, daß wir in den festen und flüssigen Excrementen der Menschen und Thiere bis auf eine gewisse Menge Kohlenstoff und Wasserstoff, welche durch Haut und Lunge ausgetreten sind, alle anderen Elemente ihrer Nahrung wieder bekommen.

Wir haben dem erwachsenen, dem jungen und alten Thierkörper in der Nahrung Stickstoff zugeführt, und wir bekommen täglich diesen Stickstoff wieder in der Form von Harnstoff, wir bekommen im Harn die ganze in der Speise enthaltene Quantität der zugeführten Alkalien, alle löslichen phosphorsauren und schwefelsauren Salze wieder. In den festen Excrementen befinden sich eine Menge von Stoffen, welche in den Speisen enthalten, durch die Organe der Ernährung keine Veränderung erlitten, unverdaubare Materien, wie Holzfaser, Blattgrün, Wachs, die verändert oder unverändert wieder ausgestoßen werden. Der ganze Ernährungsproceß im Thiere, die Wiederherstellung der ausgetretenen Körpertheile oder ihre Zunahme an Masse geht, wie die Physiologie lehrt, von dem Blute aus. Der Verdauungsproceß hat die Verwandlung der Nahrung in Blut, die Aufnahme aller in der Speise enthaltenen, zur Blutbildung dienenden Substanzen zum Zweck, was sich ausdrücken läßt (da nur stickstoffhaltige Materien hierzu geeignet sind) als eine

fortschreitende Entziehung von Stickstoff, welche die Nahrung bei ihrem Durchgang durch die Eingeweide erfährt. Es ist klar, daß die festen Excremente ihres Stickstoffes beraubt sein müssen, wenn sie der Körper ausstößt, sie können nicht mehr Stickstoff enthalten, als den Secretionen der Eingeweide zukommt, welche den Durchgang der Fäces vermitteln. Durch die Fäces wird ferner der in der Nahrung enthaltene und von dem Körper nicht verwendete phosphorsaure Kalk und Bittererde ausgeleert; es sind dies Salze, welche sich im Wasser, d. h. im Harne, nicht lösen.

Ohne weitere Untersuchung wird man sich eine klare Vorstellung über die chemische Beschaffenheit der festen Excremente machen können, wenn wir die Fäces eines Hundes mit seiner Nahrung vergleichen. Wir geben dem Hunde Fleisch und Knochen, beide sind reich an stickstoffhaltigen Stoffen, und wir erhalten als letztes Resultat der Verdauung ein völlig weißes mit Feuchtigkeit durchdrungenes Excrement, das in der Luft zu einem trockenen Pulver zerfällt und das neben dem phosphorsauren Kalk der Knochen kaum ein Procent einer fremden organischen Substanz enthält. In den flüssigen und festen Excrementen der Menschen und Thiere erhalten wir also allen Stickstoff, alle löslichen und unlöslichen anorganischen Bestandtheile der genossenen Nahrung, und da diese letzteren von unseren Aeckern stammen, so haben wir folglich darin die Bestandtheile der Ackererde, die wir in der Form von Samen, Wurzeln und Kraut hinweggenommen haben.

Ein Theil der Ernte wurde zur Ernährung, zur Mästung von Thieren verwendet, welche von den Menschen verzehrt werden, ein anderer Theil wurde von den Menschen direct in der Form von Mehl, Kartoffeln, Gemüse verbraucht, ein dritter Theil besteht aus den nicht verzehrten Pflanzenüberresten, welche in der Form von Stroh zu Streu verwendet werden. Es ist klar, wir sind im Stande, alle Bestandtheile unserer Aecker, die wir in der Form von Thieren, Korn und Früchten ausgeführt haben, in den flüssigen und festen Excrementen der Menschen, in den Knochen und dem Blute der geschlachteten Thiere wieder zu gewinnen; es hängt nur von uns ab, durch die sorgfältige Sammlung derselben das Gleichgewicht in der Zusammensetzung unserer Aecker wieder herzustellen. Wir können berechnen, wie viel an Bodenbestandtheilen wir in einem Schaf, einem Ochsen, wie viel wir in einem Malter Gerste, Weizen oder Kartoffeln ausführen, und aus der bekannten Zusammensetzung der Fäces des Menschen läßt sich ermitteln, wie viel davon wir hinzuzuführen haben, um den Verlust, den unsere Aecker erlitten haben, wieder auszugleichen.

Es ist gewiß, daß wir die Excremente der Thiere und Menschen entbehren können, wenn wir im Stande sind, aus anderen Quellen uns die Stoffe zu verschaffen, durch die sie allein Werth für die Agricultur besitzen. Ob wir das Ammoniak in der Form von Urin oder in der Form eines aus Steinkohlentheer erhaltenen Salzes, ob wir den phosphorsauren Kalk in der Form von Knochen oder als Apatit

zuführen, ist für den Zweck ganz gleichgültig*). Die Hauptaufgabe der Agricultur ist, daß wir in irgend einer Weise die hinweggenommenen Bestandtheile, welche die Atmosphäre nicht liefern kann, ersetzen. Ist dieser Ersatz unvollkommen, so nimmt die Fruchtbarkeit unserer Felder oder die des ganzen Landes ab, führen wir mehr zu, so wird die Fruchtbarkeit gesteigert.

Die Einfuhr von Harn, von festen Excrementen aus einem fremden Lande ist ganz gleich zu setzen einer Einfuhr an Korn und Vieh. Alle diese Stoffe nehmen in einer zu bestimmenden Zeit die Form von Getreide, Fleisch und Knochen an, sie gehen in die Leiber der Menschen über und kehren täglich in die Form, die sie ursprünglich besaßen, wieder zurück. Der einzig wirkliche Verlust, dem wir nach unseren Sitten nicht vorbeugen können, ist der an phosphorsauren Salzen, welchen die Menschen in ihren Knochen mit in ihre Gräber nehmen. Die ganze ungeheure Quantität von Nahrung, welche der Mensch in sechszig Jahren zu sich nimmt, ein jeder Bestandtheil derselben, der von unseren Aeckern stammt, kann wieder gewonnen und denselben wieder zugeführt werden. Wir wissen mit der größten Bestimmtheit, daß wir alle Salze mit alkalischen Basen, allen phosphorsauren Kalk und Bitterde, welche

*) Als Dr. Charles Daubeny (Professor in Oxford, bekannt durch sein ausgezeichnetes Werk über Vulkane) sich von der Bedeutung und Wichtigkeit des phosphorsauren Kalks für das Pflanzenleben durch eine Reihe von eignen Versuchen überzeugt hatte, da richtete sich seine Aufmerksamkeit auf die ausgedehnte Formation phosphorsauren Kalkes, welche nach den Zeugnissen angesehener mineralogischer Schriftsteller an einigen Stellen der spanischen Provinz Estremadura vorkommen sollte, und er nahm seinen Wanderstab und pilgerte in Gesellschaft des Capitän Widdrington nach diesem Lande, um sich zu überzeugen, „ob die Lage des fraglichen Minerals geeignet sei, die englischen Felder mit phosphorsaurem Kalk zu versorgen, wenn andere Bezugsquellen versiegen sollten.“ Ich erwähne dies als eines der zahlreichen Beispiele des Gefühls der Engländer für die Wohlfahrt ihres Landes und weil eine solche Hingebung ohne Aufforderung und ohne Aussicht auf eine Belohnung von Seiten der Regierung und Nation in andern Ländern so selten ist.

Wir verdanken dieser Reise einen authentischen Bericht über das Vorkommen dieses werthvollen Minerals, welches in Estremadura in der Nähe von Logrosan, sieben Meilen von Truxillo, eine Ader von 7 bis 16 Fuß Breite und mehreren Meilen Länge bildet. Es ist dies einer von den Schätzen, an denen Spanien so reich ist, hinreichend vielleicht, um in einer nicht fernen Zukunft einen Theil der Staatsschuld dieses Landes zu bezahlen. Es ist wahrhaft zu beklagen, daß die seiner Zeit projectirten Eisenbahnen, welche in einem Kreuz, mit Madrid im Mittelpunkte, Portugal mit Frankreich und Madrid mit den beiden Meeren verbinden sollten, nicht in Ausführung gekommen sind. Diese Eisenbahnen würden Spanien zum reichsten Land Europa's machen.

Bei Ostheim in der Wetterau ist vor mehreren Jahren von Dr. Bromeis ein sechs Zoll mächtiges Lager von phosphorsaurem Kalk (Osteolith) im zersetzten Dolerit entdeckt worden; der Osteolith ist schneeweiß, abfärbend wie Kreide und enthält 86 Procent reinen phosphorsauren Kalk.

das Thier täglich in der Nahrung genießt, daß wir also alle unorganischen Bestandtheile ihrer Nahrung in den festen und flüssigen Excrementen wieder gewinnen.

Ohne nur eine Analyse dieser Excremente anzustellen, können wir mit Leichtigkeit ihre Quantität, wir können bestimmen, von welcher Beschaffenheit sie sind, welche Zusammensetzung sie besitzen. Wir geben einem Pferde täglich $4^1/_2$ Pfund Hafer und 15 Pfund Heu, der Hafer giebt 4 Procent, das Heu 9 Procent Asche, und wir berechnen daraus, daß die täglichen Excremente des Pferdes 21 Unzen unorganische Materien enthalten müssen, die von unserem Felde stammen. Die Analyse der Haferasche und der Asche des Heues giebt uns genau in Procenten an, wie viel Kieselerde, wie viel an Alkalien und phosphorsauren Salzen wir darin haben.

Man bemerkt leicht, daß die Beschaffenheit der fixen Bestandtheile in den Excrementen sich mit der Nahrung ändert. Geben wir einer Kuh Runkelrüben oder Kartoffeln, ohne Heu oder Gerstenstroh, so haben wir in ihren festen Excrementen keine Kieselerde, wir haben darin phosphorsauren Kalk und Bittererde, in den flüssigen Excrementen haben wir kohlensaures Kali und Natron, so wie Verbindungen dieser Basen mit anorganischen Säuren. Wir haben mit einem Wort in den flüssigen Excrementen alle löslichen Bestandtheile der Asche der genossenen Speise, in den festen Excrementen haben wir die im Wasser nicht löslichen Theile dieser Asche. Hinterläßt das Futter oder die Speise nach dem Verbrennen eine Asche, welche lösliche phosphorsaure Alkalien enthält (Brod, Mehl, Samen aller Art, Fleisch), so bekommen wir von dem Thiere, von dem sie verzehrt werden, einen Harn, in dem wir dieses phosphorsaure Alkali wiederfinden. Giebt die Asche des Futters an Wasser kein lösliches phosphorsaures Kali ab (Heu, Klee, Stroh), sind darin nur unauflösliche phosphorsaure Erden enthalten, so ist der Harn frei von phosphorsaurem Alkali; wir finden alsdann in den Fäces die phosphorsauren Erden. Der Harn der Menschen, der fleisch- und körnerfressenden Thiere enthält phosphorsaures Alkali, der Harn grasfressender Thiere ist frei von diesem Salz.

Die Analyse der Excremente der Menschen, der fischfressenden Vögel, des Guano, so wie der Excremente des Pferdes und der Kuh geben über die darin enthaltenen Salze den genügendsten Aufschluß. Wir bringen, wie diese Analysen ergeben, in den festen und flüssigen Excrementen der Menschen und Thiere auf unsere Aecker die Asche der Pflanzen zurück, welche zur Nahrung dieser Menschen und Thiere gedient haben. Diese Asche besteht aus löslichen und unlöslichen Salzen und Erden, welche, zur Entwickelung der Culturpflanzen unentbehrlich, der fruchtbare Boden liefern muß.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß wir mit der Zufuhr dieser Excremente die in der Ernte entzogenen Bodenbestandtheile wieder zurückbringen, daß wir damit dem Boden wieder das Vermögen geben, einer neuen Ernte Nahrung darzubieten — wir stellen das gestörte Gleichgewicht wieder her. Jetzt, wo wir wissen, daß die Bodenbestandtheile

des Futters in den Harn und in die Excremente des Thieres übergehen, das sich davon ernährt, läßt sich mit der größten Leichtigkeit der verschiedene Werth der Düngerarten feststellen. Die festen und flüssigen Excremente eines Thieres haben als Dünger für diejenigen Gewächse den höchsten Werth, welche dem Thiere zur Nahrung gedient haben. Der Koth der Schweine, die wir mit Erbsen und Kartoffeln ernährt haben, ist vor allem andern zur Düngung von Erbsen- und Kartoffelfeldern geeignet. Wir geben einer Kuh Heu und Rüben, und erhalten einen Dünger, der alle Bodenbestandtheile der Graspflanzen und Rüben enthält, dem wir zur Düngung der Rüben vor jedem andern den Vorzug geben müssen. So enthält der Taubenmist die mineralischen Bestandtheile der Körnerfrüchte, der Kaninchenmist die der krautartigen und Gemüsepflanzen; der flüssige und feste Koth der Menschen enthält die Mineralbestandtheile aller Samen in größter Menge*).

---

*) Auf einem Stück Feld in der Nähe von Gießen, von der schlechtesten Beschaffenheit, auf welchem seit Jahrhunderten nur Kiefern gediehen und das als Ackerland kaum einen Werth hatte, habe ich drei Jahre lang eine Reihe von Versuchen über die Wirkung der Mineralbestandtheile des Düngers angestellt und mich überzeugt, daß für perennirende Gewächse, für Holzpflanzen und Weinreben, ihre Aschenbestandtheile ausreichen, um den Boden fruchtbar für diese Gewächse zu machen, daß aber für Getreide und Sommergewächse, um ein Maximum von Ertrag zu erzielen, der Gehalt des Bodens an organischen Substanzen von der größten Bedeutung ist. Durch Hinzufügung von Sägespänen wurde die Wirkung des Mineraldüngers in auffallendem Grade schon erhöht, und es scheint mir nicht im geringsten zweifelhaft zu sein, daß der Hauptgrund der erhöhten Wirksamkeit in der durch die Verwesung gebildeten Kohlensäure gesucht werden muß, die in diesem Falle weit weniger als Nahrungsmittel, sondern vorzüglich als Lösungsmittel für die phosphorsauren Erdsalze (phosphorsauren Kalk und Bittererde) und für die Ueberführung der neutralen kohlensauren Alkalien und Erden in Bicarbonate und zur Aufschließung der Silicate wirksam ist. Diese Kohlensäure ist die von der Natur gegebene Bedingung des Uebergangs der genannten Nahrungsmittel in den Organismus der Pflanze; denn die phosphorsauren und kohlensauren Erden sind für sich im Wasser nur dann löslich, wenn das Wasser Kohlensäure enthält, und ist offenbar die im Regenwasser vorhandene Kohlensäure-Menge nicht ausreichend, um in der kurzen Zeit des Wachsthums der Sommerpflanzen die für ein Maximum ihrer Entwickelung unumgänglich nöthige, verhältnißmäßig große Menge von Mineralbestandtheilen in den löslichen, d. h. in den für die Pflanzen geeigneten Zustand zu versetzen. Es ist bekannt, welchen Erfolg für diesen Zweck ein mäßiger Regen schon bewirkt und es läßt sich ermessen, in welchem hohen Grade dessen Wirkung gesteigert werden muß in Folge des Hinzutretens der Kohlensäure, durch welche das Lösungsvermögen des Regenwassers für diese Substanz um das Hundertfache, ja Tausendfache erhöht wird. Der Kohlensäuregehalt des gewöhnlichen Brunnenwassers, welches oft so beträchtliche Mengen von anorganischen Bestandtheilen gelöst enthält, rührt von dieser Quelle, nämlich von der Verwesung organischer Stoffe her.

Am wirksamsten zeigte sich eine Mischung Stalldünger mit Mineraldünger; der Stalldünger enthält im Verhältniß zu seinen Mineralbestandtheilen zu viel

organische Substanz, so viel jedenfalls, daß durch die in seiner Verwesung gebildete Kohlensäure die vielfache Menge mehr an Mineralsubstanzen gelöst werden könnte. Die außerordentliche Erhöhung der Wirkung der Knochen durch Zusatz von Schwefelsäure beruht lediglich auf der Vergrößerung der Löslichkeit des phosphorsauren Kalks. Bei den erwähnten Versuchen habe ich, wie Viele vor mir, die Erfahrung gemacht, daß die Fruchtbarmachung eines an sich unfruchtbaren Bodens, wenn dessen Unfruchtbarkeit von dem Mangel an wirksamen Bestandtheilen und nicht von einer ungeeigneten physikalischen Beschaffenheit herrührt, zu Ausgaben nöthigt, welche mehr betragen, als man für den Ankauf des fruchtbarsten Feldes zu machen hätte. Man kann sich hierüber leicht eine Rechnung stellen.

Wenn man einem Acre (engl.) 8950 Pfund Asche oder Aschenbestandtheile von Weizen, Kartoffeln 2c. einverleibt, so reicht diese große Menge doch nur hin, um jedem Cubikzoll des Bodens auf 12 Zoll Tiefe einen einzigen Gran zu geben; dies ist weit weniger als ein mäßig fruchtbarer Boden in einem Cubikzoll enthält, es ist hingegen weit mehr als man für eine Ernte bedarf. Da aber nur der Theil des Düngers wirkt, der in Berührung mit einer Wurzelfaser ist, so versteht man, warum der Boden das mehrfache enthalten muß. Es scheint, daß in vielen Fällen die Hauptwirkung des Düngers auf unseren Feldern darin besteht, daß in Folge der reichlicheren Nahrung in der oberen Kruste des Feldes die Pflanzen während der ersten Zeit ihrer Entwickelung die zehnfache, vielleicht hundert- und tausendfache Anzahl von Wurzelfasern treiben, die sie in dem magern Boden getrieben haben würden, und daß ihr späteres Wachsthum im Verhältniß zu der Anzahl dieser Organe steht, durch die sie befähigt werden, den minder reichlichen Nahrungsstoff in den tieferen Schichten aufzusuchen und sich anzueignen, und es erklärt sich vielleicht hieraus, warum eine im Verhältniß zu der im Boden enthaltenen kleinen Menge von Ammoniak, von Alkalien und phosphorsauren Erden die Fruchtbarkeit in so hohem Grade erhöht.

## Siebenunddreißigster Brief.

Der gegenwärtige Streit zwischen der praktischen Landwirthschaft und der wissenschaftlichen Chemie, welcher von einer Seite, zum Vortheil vielleicht für die Sache, mit einiger Erbitterung und Leidenschaft geführt wird, durfte mit allem Recht die Aufmerksamkeit erleuchteter Staatsmänner erwecken, denn er bewegt sich um die wichtigsten materiellen Güter und um die Grundsäulen des Staats. Die zwingendsten Aufgaben der Zeit handeln über die besten Mittel und Wege, welche eingeschlagen werden müssen, um auf einer gegebenen Bodenfläche mehr Brod und Fleisch zu erzeugen, und damit die Bedürfnisse der auf dieser Fläche stets zunehmenden Bevölkerung zu befriedigen; die wichtigsten socialen Fragen knüpfen sich an diese Aufgaben, deren Lösung von der Wissenschaft erwartet wird.

Die Wissenschaft hat in ihrer Weise die nöthigen Vorarbeiten in Angriff genommen, aber diese Weise gefällt den Praktikern nicht. In Allem was sie gethan, hat sie bei der Praxis nur Widerstand und keine Unterstützung gefunden.

Die Wissenschaft hat den Boden für das neue Haus geebnet, welches Raum und Schutz für Alle, die noch hinein wollen, darbieten soll; sie hat ihn entwässert, und Pfähle in den Sumpf gerammt, um sein Fundament fest und sicher für alle Zukunft zu machen; sie hat die besten Steine für den Bau bezeichnet, und gezeigt, daß sie sich nicht überall finden, daß aber der Mörtel überall vorhanden, und sie hat zuletzt den Plan zum Haus gemacht; aber keiner von all den Maurern und Zimmerleuten, ohne deren Mitwirkung der Bau nicht zu Stande kommen kann, hat nur die Hand zur Hülfe bewegt. Die Erfahrung, so sagen sie, sei seit Jahrhunderten ihre Führerin gewesen, und müsse es für alle Zukunft bleiben; keine Vorstellung, die ihren Vorstellungen widerspräche, welche auf diese Erfahrungen fußen, sei zulässig und möglich für sie. Was man seit Menschengedenken für wahr gehalten hat, müsse wahr sein. Der neue Plan widerspreche ihrem Plan, welcher der beste sei: auf das Entwässern des Sumpfes und das Einrammen der Pfähle komme es nicht an, auch auf die Steine nicht, die seien überall, nur an Mörtel sei Mangel, davon hänge Alles ab.

Die Landwirthschaft, wie alle technischen Gewerbe, ist auf dem Wege der Erfahrung, auf dem der sinnlichen Wahrnehmung von Erscheinungen

und Thatsachen entstanden, und konnte durch die Experimentirkunst eine gewisse Stufe der Vollkommenheit erreichen. Die sinnliche Wahrnehmung giebt einen gewissen Zusammenhang zwischen der Beschaffenheit des Bodens und seiner Fruchtbarkeit zu erkennen; wenn er eine gewisse Lockerheit und eine schwarze Farbe besitzt, so liefert er häufig z. B. hohe Weizenernten; aber nicht alle Bodenarten sind locker, nicht alle sind schwarz; die Experimentirkunst sucht nun Mittel auf, um die dichten Bodenarten locker zu machen, und den nicht schwarzen Bodenarten die Beschaffenheit des schwarzen zu geben; sie sucht für einen gewissen Zweck zwischen zwei Thatsachen eine vorübergehende oder dauernde Verbindung herzustellen; dem Boden sucht sie hohe Erträge durch diese oder jene Pflanze, Dung oder andere Mittel abzugewinnen.

Für alle Zwecke, welche durch die Experimentirkunst erreichbar sind, können Ideen nicht entbehrt werden, allein es ist für sie ganz gleichgültig, ob diese Ideen richtig sind oder nicht; denn da man ein Ding sucht, ohne den Weg zu kennen, so ist jeder der rechte, und wenn Tausende in gleicher Absicht Tausende von verschiedenen Richtungen einschlagen, so wird in der Regel etwas gefunden, nicht gerade das, was man gesucht hat, aber immer etwas, das gebraucht werden kann. In dieser Weise vervollkommnet sich das Gewerbe, und es ist beinahe unglaublich, was in dieser Weise geleistet werden kann und geleistet worden ist.

Den Zusammenhang zwischen zwei Thatsachen, zwischen Boden und Düngung, kennt man nur durch eine dritte, z. B. durch den Ernteertrag; für den praktischen Mann, den matter of fact man, besteht kein anderer Verband.

Die Ausübung des Gewerbes setzt ebenfalls keine Geistesarbeit voraus, die Bekanntschaft mit den Thatsachen und ihres äußern sinnlich wahrnehmbaren Zusammenhangs reicht dazu aus. Der Bäcker weiß von dem Mehl nichts, nichts von dem Sauerteig, nichts von dem Einfluß der Gährung und Hitze; der Seifensieder weiß nicht was Lauge, nicht was Fett und was Seife ist, beide wissen aber, wenn sie dies oder jenes thun, daß Brod oder daß Seife entsteht. Ist ihre Waare schön, so heißt sie gerathen.

In ähnlicher Weise wußte vor wenig Jahren der Landwirth von allem dem, womit er täglich umgeht, so gut wie nichts: nichts vom Boden, von der Luft, von der Wirkung des Pflügens oder vom Dünger.

Alle Bestrebungen des Gewerbtreibenden beziehen sich, wie sich von selbst versteht, auf den Erwerb; auf die Vermehrung seines Einkommens sind alle Verbesserungen gerichtet.

Darum betrachtet es der Bäcker als die höchste Kunst, aus schlechtem und grauem Mehl ein weißes und schweres Brod zu backen, der Seifensieder aus schlechtem Fett eine schön aussehende Seife zu bereiten, und das Ziel des praktischen Landwirths ist, mit dem geringsten Aufwand an Kraft und Dünger auf dem schlechtesten Feld die reichlichsten Erträge an Nahrungsstoffen zu ernten. In diesem Ziele verkörpert sich der kümmerliche Grundsatz der kleinen Fabrikation.

Alle Fortschritte eines Gewerbes auf dem Erfahrungsweg und auch die der praktischen Landwirthschaft sind zuletzt beschränkt. Jeder Erfahrungsweg hat ein Ende, wenn die Sinne zur Wahrnehmung nicht mehr ausreichen, wenn kein neuer Gegenstand für die sinnliche Wahrnehmung sich mehr darbietet, wenn Alles versucht und die an die Versuche sich knüpfenden Thatsachen in das Handwerk aufgenommen sind.

Ein weiterer Fortschritt ist erst dann wieder gegeben, wenn verborgene Thatsachen aufgesucht, die Sinne zu ihrer Wahrnehmung geschärft, und die Mittel zu ihrer Aufsuchung verbessert werden; dies ist ohne Nachdenken, ohne daß der menschliche Geist seinen Theil dabei einsetzt, nicht möglich.

An diesem Punkt ist die Landwirthschaft längst angekommen; da sich aber die Praxis, nämlich das Handwerk, niemals um Kenntniß der Wege und Mittel, verborgene Thatsachen zu entdecken, bekümmert hat, so lag es auf der Hand, daß sie ohne Hinzuziehung der Chemie, oder der Wissenschaft von den Wegen um verborgene Thatsachen zu entdecken, ihre Zwecke nicht erreichen könne, und die Chemie nahm sich ihrer bereitwillig an. Zunächst sagte die Chemie zur Praxis: daß die Begriffe, welche sie mit den Worten Luft, Boden, Dünger verbinde, unbestimmt, vieldeutig und zweifelhaft seien; sie zeigte, daß diese Worte und Ausdrücke einen unveränderlichen Inhalt hatten, und, in scharf begrenztem Sinn gebraucht, stets identisch dieselben bleiben, und nur in dieser Form zu Verstandesoperationen anwendbar seien; sie erhob die Begriffe der Praxis zu wissenschaftlichen Begriffen.

Der neugewonnene Begriff von Dünger wurde von der Landwirthschaft mit Enthusiasmus aufgenommen, und mit Eifer seine Ausbeutung ergriffen. Der Dünger, dies wußte man, war der wichtigste Factor zur Erhöhung der Erträge. Man hatte erfahren, daß das Wort „Dünger" ein Sammelwort sei, und aus Theilen bestehe, und daß seine Wirksamkeit auf seinen Bestandtheilen beruhe.

Die Praxis fing jetzt an mit den Theilen zu operiren, ähnlich wie sie es mit dem Ganzen gemacht hatte; da aber die einzelnen Theile das Ganze nicht ersetzen, so entsprachen die Erfolge den Erwartungen nicht, man kam nicht weiter als zuvor. Der Enthusiasmus kühlte sich ab, und es trat ein Rückschlag ein.

„Es sei vollkommen thöricht," sagt Pusey (Präsident der landwirthschaftlichen Gesellschaft in England), „auf die zweifelhaften Lehren der Chemie irgend einen Werth zu legen; außer einem Recept die Wirksamkeit der Knochen durch Auflösung in Schwefelsäure zu erhöhen, und dem Vorschlag, das Flachsröstwasser statt der Mistjauche zu gebrauchen, habe die Chemie der Landwirthschaft keinen Vortheil gebracht; man müsse sich an die Praxis halten, nur sie verdiene Vertrauen." Alle praktischen Männer in England, Deutschland und Frankreich waren mit diesem Ausspruch vollkommen einverstanden, keinem hatte die Chemie Vortheil gebracht, seine Erträge erhöht und damit sein Einkommen verbessert; wie von einem quälenden Alp befreit, erhob die ideenlose Experimentirkunst ihr Haupt, sie machte neue unerhörte Anstrengungen,

um die Folgerungen zu widerlegen, welche sich an die wissenschaftlichen Begriffe knüpften, und nach zehnjährigen Versuchen zeigte es sich, daß sie, anstatt den Weg zu verlängern, sich in einem Kreis wie ein Pferd an einem Göpel herumgedreht hatte; man hatte mehr Pferde vorgespannt, da man aber die Stange nicht verlängerte, so war der Kreis der nämliche geblieben, nur etwas mehr ausgetreten als vorher.

Es trat jetzt eine neue Schwenkung in der Landwirthschaft ein; die Wissenschaft zeigte, daß dieselben Thatsachen, welche bestimmt waren ihre Lehre zu widerlegen, den vollen Charakter von Beweisen für ihre Richtigkeit besaßen; an den Nichterfolgen, zu denen man gekommen, seien die Landwirthe selbst schuld, sie hätten nicht den richtigen Weg eingeschlagen, und Natur und Wesen der Wissenschaft verkannt; die Wissenschaft beschäftige sich einmal nicht mit der Aufsuchung von Mitteln, um die Erträge zu erhöhen und das Einkommen zu verbessern; was vortheilhaft sei, dies wisse sie nicht; man habe sie mit der Experimentirkunst verwechselt, die nach Zwecken frage; ihre Aufgabe sei nach Gründen zu suchen; sie sei nur eine Leuchte, die das Dunkel erhelle. Die Wissenschaft verleihe nur Kraft, kein Geld, und die Kraft mache arm und reich; reich, wenn sie erzeugt, arm, wenn sie zerstört; sie bleibe stark im Ersatz und verzehre sich im Verbrauch.

Wenn die Landwirthschaft zu dauernden Erfolgen gelangen wolle, so müsse sie sich entschließen, den Weg zu gehen und die Methode zu befolgen, welche die Wissenschaft als die einzig sichere erkannt hat, um Klarheit in unbekannte und dunkle Vorgänge und Verhältnisse zu bringen, und dies könne geschehen, ohne auf irgend eine ihrer gewonnenen Thatsachen und Erfahrungen zu verzichten; nicht an diesen, sondern an ihrem Verständniß sei Mangel. Sie sollten vorläufig verzichten, von den Thatsachen aufwärts Schlüsse — einem Zweck zu — zu machen, und sich lediglich damit beschäftigen, von allen Vorgängen, welche das Leben und die Entwickelung der Pflanzen umfassen, deren Erzeugung ihr Ziel sei, rückwärts die nächsten Bedingungen zu erforschen. Von der günstigen Wirkung eines Düngerbestandtheils in einem einzelnen Falle sollten sie vorläufig keinen Schluß ziehen auf seine günstige Wirkung in einem anderen Falle, um sogleich Nutzen daraus zu ziehen, sondern sie sollten vorerst darnach fragen, was denn die günstige Wirkung des Düngstoffs in dem speciellen Fall bedingt habe.

Diese Untersuchungen sind in landwirthschaftlichen Verhältnissen dadurch außerordentlich erleichtert, daß alle Bedingungen der Vorgänge oder Wirkungen oder ihre nächsten Ursachen sinnlich wahrnehmbar, und, wenn man es richtig anzufassen weiß, mit den Händen greifbar sind.

Die günstige Wirkung des Düngmittel a hängt immer von einer gewissen physikalischen Beschaffenheit des Bodens, und von dem Vorhandensein eines zweiten Stoffes b, eines dritten c, eines vierten d und so fort. Wenn man alles dieses aufgesucht hat, so unterwirft man jetzt seinen Schluß einer Probe, welche zeigen muß, ob man alle seine Bedingungen beisammen und keine übersehen hat. Man versucht also

in einem andern Boden durch Vereinigung der aufgefundenen Bedingungen die nämliche Wirkung hervorzubringen, und wenn der Erfolg den Voraussetzungen entspricht, und gleich günstig ist, so hat man einen außerordentlichen Schritt vorwärts gemacht, denn von diesem speciellen Fall aus kann man jetzt in allen ähnlichen Fällen die gleichen oder ungleichen Wirkungen des Düngstoffs a im voraus erschließen, die gleichen überall, wo man weiß, daß dieselben Bedingungen in gleicher Weise vorhanden sind, die ungleichen, wenn man weiß, daß eine derselben fehlt oder mangelt.

Der Ausdruck für das Zusammenwirken und Vorhandensein aller Bedingungen der beobachteten Wirkung heißt jetzt ein Gesetz, ein specielles Gesetz, weil es sich auf einen speciellen Fall, eine bestimmte Pflanze zum Beispiel, bezieht. Wenn dieses Gesetz wahr ist für sauren phosphorsauren Kalk und „Rüben", so ist es deshalb nicht gleich wahr für „Weizen". Aber für jeden Düngstoff, für jede Pflanze lassen sich ähnliche specielle Gesetze ermitteln, aus denen sich dann allgemeine entwickeln lassen, welche Ausdrücke sind für die Bedingungen des Wachsthums und der Entwickelung aller Korngewächse und ihrer Varietäten, aller Rübengewächse, aller Knollengewächse und so fort — Ausdrücke, welche in ihrem Zusammenhang jetzt den Namen Theorie empfangen.

Ein jeder, auch der beschränkteste Verstand, muß einsehen, daß in diesem Verfahren nichts Hypothetisches ist. Nur darin, daß Gedanken dabei sind, unterscheidet es sich von dem Verfahren der Experimentirkunst, und da die Gedanken eine ganz bestimmte Richtung haben, so hat die Verfahrungsweise selbst einen besondern Namen, den der „exacten Methode" erhalten.

Diese Methode, welche das Alterthum weder kannte noch übte, hat seit ihrer Einführung die Welt umgestaltet; sie ist es, welche der modernen Zeit ihren Charakter verleiht. Die Griechen und Römer besaßen in den Wissenschaften des Geistes und den schönen Künsten was wir besitzen, aber die Naturwissenschaften waren ihnen fremd, welche die Kinder dieser Methode sind; ihr verdanken wir die Millionen williger, fleißiger Sklaven, deren Arbeit keinen Schweiß, keine Seufzer, keine Thränen kostet; sie hat für Deutschland allein 7 bis 800,000 Pferde geschaffen, welche die Producte der Industrie und des Bodens aus fernen Ländern holen und überall hin zur Befriedigung der Bedürfnisse der Menschen mit der Schnelligkeit des Windes und ohne Ermüdung verbreiten; Pferde, welche kein Heu und keinen Hafer fressen, deren Erhaltung, wären sie aus Fleisch und Blut, eben so viel fruchtbares Feld in Anspruch nehmen würde, als zur Erhaltung von 5 bis 6 Millionen Menschen nothwendig ist.

Die Schlüsse, zu denen man nach dieser Methode kommt, sind, wie man einsehen muß, nichts weiter als der geistige Ausdruck für Erfahrungen und Thatsachen, und der praktische Mann darf keine Furcht hegen, zu dem in seinen Augen so verdächtigen Ruhm eines Theoretikers zu gelangen, wenn er diese Methode zur Lösung aller ihm nützlichen

Fragen befolgt; so viel ist sicher, daß er keine einzige löst, wenn er diese Methode nicht annimmt. Er muß anfangen nach dem „Warum" zu fragen, das „Wozu" ergiebt sich dann von selbst.

Es wäre ein wahres Unrecht verschweigen zu wollen, daß alle Bemühungen der Landwirthschaft seit länger als einem halben Jahrhundert darauf gerichtet gewesen sind, zur Einsicht in die Vorgänge des Feldbaues zu gelangen, die Erscheinungen durch ein geistiges Band zu verbinden und zu erklären, und das Verhältniß der Abhängigkeit der zerstreuten Thatsachen zu ermitteln.

Es ist der Landwirthschaft ganz unmöglich gewesen, von den außerordentlichen Erfolgen und Fortschritten, welche alle andern Gewerbe gemacht haben, deren Betrieb auf der Wirkung von Naturkräften beruht, unberührt zu bleiben, und auch die Quelle derselben, die Naturwissenschaften, wurde nicht verkannt.

Weise und einsichtsvolle Fürsten errichteten Schulen und Akademien, deren Hauptaufgabe es war, den Uebergang der naturwissenschaftlichen Lehren und Wahrheiten in die Landwirthschaft zu vermitteln, die besten Methoden der Cultur zu erforschen und in weiteren Kreisen zu verbreiten.

Die Landwirthe empfanden das Bedürfniß sich Rechenschaft über ihre Handlungen zu geben; zu wissen, daß sie das Rechte in der richtigen Weise thun, erschien Allen für den Fortschritt unabweisbar.

Wenn man in der That ein Lehr- oder Handbuch der praktischen Landwirthschaft aus der jüngsten Zeit aufschlägt, so sieht man, mit welchem Eifer sie diese Aufgabe betrieben; die Wirkung des Bodens, des Düngers, das Bewässern der Wiesen, das Entwässern, die Wirkung jedes einzelnen Dungstoffes auf jede einzelne Culturpflanze — alles ist in Harmonie gebracht und auf das schönste erläutert und erklärt; da ist kein Vorgang dunkel, alles ist erforscht und fertig, und ein gewisser Stolz erfüllt die Brust der Lehrer, die so viel gethan haben, um die Landwirthaft in den Rang einer Wissenschaft zu erheben.

Es ist aber Alles Schein, und nirgendwo ein Gesetz oder eine Wahrheit*). „Wenn es in der Welt (sagt Hoskyns in seiner Chronicle of a clay farm) eine Sorte von Geistern giebt, die einen angeborenen Widerwillen gegen den Fortschritt hegen, so giebt es eine andere thatsächlich viel schlimmere, nämlich die, welche bestimmt zu sein scheinen, ihn zu carrikiren: es sind dies die närrischen Enthusiasten, welche dem Pfade der Wahrheit wie verzerrende Schatten folgen, und ihr ruhiges und klares Profil bei jedem vorkommenden Gegenstand in alle mögliche Mannichfaltigkeit einer burlesken und lächerlichen Form werfen; welche gleich Straßenneuigkeitskrämern alle Dinge übertreiben, in die Livree der Wissenschaft wie Affen in Soldatenkleider gehüllt sind, und die Sprache derselben, die sie in zweiter Hand reden, etwa so verstehen, wie der Werkzeugsschleifer den Gebrauch eines Werkzeugs versteht, zu welchem es seine Kurbel untauglich schleift. Die Landwirthschaft hat

*) The Chronicle of a clay farm by Talpa. Agricultural gazette.

genug solche Narren gehabt. Carricaturen jeder Art drängten sich an die Fersen jeder Verbesserung, jeder Erfindung, jedes guten Gedankens, jedes neuen Düngers, bis die Wissenschaft sich beim Klang ihres eigenen Namens schämen mußte, und froh war in Staubkitteln incognito reisen zu können; diese Plage, die in der gegenwärtigen Decade ihren Höhepunkt erreicht hat, nahm den Anfang ihrer vergiftenden Entwickelung in der vorigen unseres neunzehnten Jahrhunderts."

Die Landwirthschaft wußte nicht, daß die Erklärung eines noch so wenig umfassenden Falls oder Vorgangs, oder die Auffindung der beinahe augenfälligen Ursache einer Wirkung immer sehr viel Mühe und Umsicht koste; daß in der Chemie z. B. an jeder noch so einfachen Erklärung eines speciellen Falles der Schweiß vieler thätigen und beharrlichen Arbeiter klebt; sie glaubte, daß man, um in den Besitz zu gelangen, nur wollen dürfe, und da die Carricatur ihr den Besitz ohne alle Anstrengung versprach, so gab sie sich ihrer Leitung hin. Die Landwirthe waren um so zufriedener mit ihrem scheinwissenschaftlichen Verfahren, da es ihnen befreundet war, und keine besondere Anstrengung kostete. Das eigentlich Neue war nur die Sprache, und die technischen Namen erlernten sich bald. Jeder hielt sich vollkommen befähigt, agricultur-chemische Versuche anzustellen, selbst Männer, die von der Chemie so viel wußten wie der Student, welcher, um eine Flüssigkeit zu destilliren, es für genügend hielt sie in die Sonne zu stellen, oder der andere, der in einem chemischen Laboratorium den Assistenten um ein Reibeisen ansprach, um ein Mineral zu pulverisiren.

Zu ihren Erklärungen gelangten sie auf die einfachste Weise von der Welt. Wenn z. B. zwischen zwei Thatsachen, zwischen Wasser und Wachsen, ein bestimmter Zusammenhang unverkennbar war, wenn die Wiese z. B. nach dem Bewässern an Pflanzenmasse mehr und schneller zunahm als ohne Bewässerung, so stellte die Afterwissenschaft die Verbindung beider, des Wässerns mit dem Graswuchs, durch die Einbildungskraft her.

Den Grund der Wirkung kannte man nicht; man sah aber die Wirkung, und diese mußte eine Ursache haben.

Der Erklärer begann damit dem gutmüthigen wissensdurstigen Landwirth einen chemischen Hokuspokus mit Analysen vorzumachen, und wenn dessen gesunder Menschenverstand durch bedeutungslose Zahlen und Rechnungen gehörig verdreht war, so ließ er die vorher erdachte Erklärung gleich einem schönen runden und fetten Mäuschen aus dem Aermel herausspazieren.

Nicht immer war zwischen zwei Thatsachen ein so handgreiflicher Zusammenhang wie zwischen Wässern und Graswuchs vorhanden, aber man wußte sich immer zu helfen.

Die Verbindung zweier solcher Thatsachen, z. B. der Erschöpfung des Bodens in der Cultur der Halmfrüchte mit dem Reifen des Korns, stellte der Erklärer her, indem er etwas Leim, sogenannten Erfahrungsleim, dazwischen schmierte. Man hatte vorzüglich zweierlei Sorten Leim, „Knochenleim" und „Ammoniakleim" oder „Stickstoff-

leim". Von letzterem bestand in England eine große Fabrik, berühmt durch die Devise „Praxis mit Wissenschaft", welche den Bedarf der Deutschen befriedigte. Die Ausdrücke: „die Theorie ist aus dem Leim gegangen" und ähnliche stammen vielleicht davon her.

Zwischen zwei Punkten ist bekanntlich nur eine gerade Linie möglich; es giebt aber billionenmal Billionen krumme, durch die sie verbunden werden können; so giebt es denn tausend Hypothesen zur Erklärung des Zusammenhangs zweier Thatsachen, aber nur eine einzige richtige Theorie und man wird verstehen, daß man in der Landwirthschaft in der eben beschriebenen Weise niemals auf den geraden Weg zur richtigen Erklärung kommen konnte. Diese Manier wurde dadurch so populär, weil Kenntnisse dazu nicht nöthig waren; jeder Landwirth hatte das Zeug dazu, er kannte die Thatsachen und konnte sich den nöthigen Erfahrungsleim dazu kochen. Da nun aber die Ingredientien zu dem Leim (die individuellen Erfahrungen) bei allen in Qualität und Quantität verschieden waren, so hatte jeder für seine Methoden und Auffassungen seine eigene Theorie.

Im Grunde kam auch wenig auf diese Theorien an, der praktische Mann hielt sich an das Erprobte, und handelte darnach; wenn sein Nachbar etwas erprobt hatte, so ahmte er ihm nach; dies war sein Fortschritt, einen andern kannte er nicht.

Das praktisch-landwirthschaftliche Lehrsystem war eine Sammlung von verschiedenartigen auf die bekannten Fälle passenden Recepten, eine Olla potrida von Thatsachen, die Theorie war die Brühe dazu.

Der angehende Landwirth wurde zum praktischen Landwirth, und erlangte Ruhm und Ehre ähnlich wie der sogenannte grüne Doctor zu Offenbach am Main, dessen Andenken bei den älteren Bewohnern dieser Stadt vielleicht noch nicht erloschen ist. Er war ein jüdischer Arzt von Ruf, der bei allen lebensgefährlichen Fällen nach Frankfurt, Hanau und in die Umgegend berufen wurde — häufig mit Erfolg. Die Natur hatte ihm einen scharfen Blick und eine feine Beobachtungsgabe verliehen, und seine Weisheit stammte aus einem Hospital, in welchem er Krankenwärter war; er pflegte den ordinirenden Arzt auf seinem Gang durch die Krankensäle zu begleiten, besah nach ihm die Zunge, den Harn und befühlte den Puls der Kranken; er besorgte die Befehle des Arztes wegen der Diät, wie viel und was der Kranke essen sollte, und schrieb sich regelmäßig die Recepte ab; wenn eins half, so machte er ein rothes, wenn der Kranke starb, ein schwarzes Kreuz darauf; nach und nach wuchsen die Blätter zu einem Buch an und als nichts neues mehr dazu kam, so begann er, zuerst im Kleinen, dann im Großen zu prakticiren; in der Diagnose war er geübt, für die vorkommenden Fälle hatte er seine Recepte, die mit den rothen Kreuzen kamen zuerst, wenn sie nicht halfen die schwarzen daran; daraus entsprangen dann seine eigenen Erfahrungen. Er war sehr orthodox, am Schabbestag schrieb er keine Recepte; er ging dann in die Apotheke und dictirte sie dem Gehülfen. „Rrrrr," so fing er an, dies hieß Recipe; Tartemet zwei Grän, dies hieß Tartari emetici grana duo; Syralth, dies hieß syrupus

althaeae; er konnte seine eigenen Recepte nicht lesen, aber er war ein berühmter praktischer Arzt von so bewährtem Ruf, daß es den damaligen studirten Aerzten in Offenbach nicht gelang ihm die Praxis zu verbieten, weil er nicht studirt habe.

In ähnlicher Weise bildet man sich noch heute für die landwirthschaftliche Praxis aus; die angehenden jungen Landwirthe werden Krankenwärter in einem landwirthschaftlichen Hospital, sie schreiben sich die Recepte ab, und beim Uebergang in die Praxis giebt ihnen der wohlwollende Director die Substanz zweier dem ernsten Studium aller Hülfswissenschaften gewidmeten Jahre in einem Spruch mit auf den Weg: „Mist, Guano und Knochenmehl meine Herren, vergessen Sie dies nicht, sind und bleiben die Seele der Landwirthschaft*)". Sie wußten dies wohl, man hatte sie überzeugt, daß auf die Chemie und Physik kein Verlaß sei, daß Essen und Trinken Leib und Seele zusammenhalten, und daß Bier, Brod und Braten die Seele des Handwerksburschen sei.

Unter diesen Verhältnissen wird sich Niemand darüber wundern, daß die wahre Wissenschaft sechzehn Jahre lang und noch länger in der Landwirthschaft zur Entwickelung keinen Boden fand; die strengsten inductiven Schlüsse wurden für Hypothesen gehalten, denn zu allen Zeiten, wo die Lüge auf dem Thron saß, wurde die Wahrheit als Lüge in Ketten gelegt. Welche Anmaßung von der Wissenschaft, uns erfahrungsreiche praktische Männer für blind zu halten und uns den Staar stechen zu wollen! Wie können Leute, welche nicht einmal wissen, ob im März oder im April die Kartoffeln gelegt werden müssen, uns belehren wollen, welche Beschaffenheit ein gutes Kartoffelland haben müsse, oder was die Brache sei? Diese wissenschaftlichen Erklärungen entbehren der Erfahrung, wir können sie uns selbst und viel besser machen. Wer dem Stallmist seine Würde nehmen wolle, verdiene den Scheiterhaufen!

Die Landwirthe hatten das Vermögen noch nicht erworben Meinungen von richtigen Thatsachen zu unterscheiden; jede Thatsache war ihnen recht, jede Meinung erhielt ihren Platz. Wenn die Wissenschaft die Wahrheit einer ihrer Erklärungen bezweifelte, so glaubten sie, sie habe die Existenz der Thatsachen bestritten; wenn die erstere sagte, der größte Fortschritt sei den Stalldünger durch seine wirksamen Bestandtheile zu ersetzen, so glaubten sie, die Wissenschaft habe dessen Wirksamkeit geleugnet.

Um Mißverständnisse dieser Art erhob sich nun der Streit; der praktische Mann verstand die wissenschaftlichen Schlußfolgerungen noch nicht; sein Streit war mit dem Popanz seiner eignen falschen Auffassung, nicht mit der Wissenschaft; er wußte nicht, daß auch die Wissenschaft eine eigene Moral hat, deren Grundlage die Schule und die Erziehung ist, die Schule durch die Lehre und die Erziehung durch deren Uebung. Als Bildungsmittel des Geistes war ihnen das Studium der Naturwissenschaften völlig fremd geblieben, und darum das gegenseitige

*) Siehe G. Walz Beleuchtung. S. 128.

Verstehen so schwer. Wenn sie sich nur ein wenig damit vertraut gemacht hätten, so hätten sie alles von selbst gelernt, was jetzt so viel Mühe kostet ihnen verständlich und begreiflich zu machen.

In der Physik und Chemie bestehen Streitigkeiten dieser Art nicht mehr, obwohl beide einst und vor gar nicht langer Zeit auf dem nämlichen Standpunkt sich befanden, den die Landwirthschaft noch zu überwinden hat.

Ein Blick in chemische oder physikalische Zeitschriften muß die Landwirthe in das größte Erstaunen versetzen durch die Fülle von Aufgaben und deren Lösungen, und die unermeßlichen Anstrengungen und Arbeiten, die freiwillig, ohne Lohn, dafür aufgewendet werden; jeder Tag bringt einen Fortschritt, und alles ohne Streit; man weiß was eine Thatsache, ein Schluß, eine Regel, ein Gesetz, eine Meinung und eine Erklärung ist; für alles dies hat man Probirsteine, die jeder erst gebraucht, ehe er die Früchte seiner Arbeit in Circulation setzt. Emsig sucht die Mehrzahl verborgene Thatsachen an's Licht zu bringen, welche sogleich von andern der Probe unterworfen werden, und, wenn sie ächt sind, ihren geeigneten Platz erhalten. Der eine hat das Talent die Merkmale der Aehnlichkeit zweier Thatsachen aufzufinden, ein anderer ein scharfes Auge für ihre Verschiedenheiten, und so hilft einer dem andern ihre richtige Erklärung zu finden; die advocatorische Durchführung einer Ansicht ohne schlagende beweisende Thatsachen, oder die Absicht einen andern etwas Unbewiesenes glauben zu machen, scheitern augenblicklich an der wissenschaftlichen Moral; der gute Wille des Verständnisses ist immer da.

Die einsichtsvollsten Vertreter der Landwirthschaft haben bis jetzt in der Erörterung ihrer Fragen in dem Wege geirrt, welcher die Erreichung ihres Ziels verbürgt.

In den großen landwirthschaftlichen Versammlungen und von Einzelnen werden Fragen aufgestellt, und ihre Lösung als zum Fortschritt dringend nöthig empfohlen. Die Mehrzahl der Landwirthe ist an diesem Fragestellen krank, und spiegelt sich vor, daß durch ihre Beantwortung eine gesunde Einsicht gewonnen werden könne; keiner weiß, worauf es ankommt, aber jeder will sich am Fortschritt betheiligen. Von Personen gestellt, die den Gegenstand nicht verstehen, werden sie von Personen beantwortet, die ihn ebenfalls nicht verstehen. Niemandem ist es aber im Ernst um die Antwort zu thun, denn dies ist jedem klar, daß er schlechterdings damit nichts anzufangen wüßte.

Es giebt ein sehr probates Mittel sich hiervon zu überzeugen; man darf sich nur diese Fragen in Gedanken beantworten mit „Ja" oder „Nein" oder mit einer beliebigen Zahl Plus oder Minus, wenn die Antwort eine Zahl sein muß, und man sieht sogleich, daß sie vollkommen unpraktisch oder von demselben Schlag sind wie die Preisaufgabe einer bekannten Akademie, „den Stickstoff zu zerlegen," was uns jetzt noch etwas schwieriger scheint als Holzkohle aufzulösen und Diamant daraus zu krystallisiren. Die Beantworter dieser Fragen (ich habe immer nur agricultur-chemische im Sinn) sind daher immer Leute,

welche nicht einmal ein Mittel gegen den Erdfloh oder ein Recept zu einer guten Wagenschmiere aufzufinden wissen. Vor etwa 22 Jahren schon stellte Hlubeck eine Reihe von Fragen auf, von deren Beantwortung ihm das Heil der Landwirthschaft abhängig zu sein schien; er hat sich aber eben so wenig wie irgend ein anderer weiter darum bekümmert, und der gegenwärtige Zustand der Entwickelung ist ein Beweis, daß keine seiner Fragen in Beziehung damit stand oder Einfluß darauf hatte.

Diese Fragen sind immer Merkzeichen des Fortschritts; sie beweisen, daß die Landwirthschaft aus dem Zustand des rohen Empirismus in das erste Stadium ihrer wissenschaftlichen Entwickelung, nämlich in ihr Kindesalter, wirklich eingetreten ist, wo sich in einer Fülle von Fragen die Wißbegierde offenbart; in diesem Sinn kann man am Ende nur Freude daran haben.

In der Chemie und Physik haben wir alles dies ebenfalls durchmachen müssen. Die Akademien und gelehrten Gesellschaften haben ihrer Zeit eine unglaubliche Menge von abgeschmackten Preisfragen, von unmöglichen Aufgaben ausgeschrieben, ohne irgend einen erheblichen Einfluß auf die Förderung der Wissenschaft damit erzielt zu haben. Wer das Verhältniß dieser Aufgaben zu der Wissenschaft nicht ganz genau kennt, ist leicht verführt zu glauben, daß manche gediegene und wahrhaft epochemachende Arbeiten dadurch hervorgerufen worden seien; dies ist aber eine Täuschung, denn die, welche die Aufgabe stellten, wußten bereits, daß die Antwort unterwegs war, oder die Frage kam zufällig Männern in den Weg, die sich lange zuvor damit beschäftigt hatten.

Die akademischen Aufgaben waren immer mit Preisen, oft mit hohen Preisen verbunden, und da unsere vortrefflichen Landwirthe die Beantwortung ihrer Fragen als eine Ehrensache betrachten, so können sie um so sicherer darauf rechnen, daß niemand davon Notiz nehmen wird.

In ihren großen Versammlungen theilt der praktische Landwirth seine Erfahrungen mit, und spricht seine Ansichten aus; das Endergebniß ist ein gegenseitiges Zugestehen, und er geht mit dem Gefühl der Befriedigung heim, daß er die Anderen überzeugt habe, er sei ein Mann des Fortschritts, und habe seinen Theil daran. Von Grundsätzen ist keine Rede; man will wirksamen Dünger und Versuche haben; mit Grundwahrheiten, so meint man, mache man den magern Acker nicht fett.

Vor einigen Jahren äußerte ein Mann von der Feder in einer solchen Versammlung einen bescheidenen Zweifel über die Dauerhaftigkeit des in England fabricirten Stickstoffleims, allein einstimmig beschloß man die Tagesordnung, da die Erfahrung längst über dessen Güte entschieden habe.

Eine der schlimmsten Seiten des praktischen Mannes ist seine Empfindlichkeit gegen Widerspruch. Aus dem gänzlichen Mangel an Gründen erklärt sich die Leidenschaft und Zärtlichkeit, die sie für ihre irrigen Ansichten hegen; sie macht sie blind für ihr eignes Interesse,

und taub für jede Belehrung. Wer ihren Vorurtheilen nicht schmeichelt, wer ihnen offen sagt, daß noch vieles zu lernen sei, und daß das Bewußtsein und das Geständniß unserer Unwissenheit, die Einsicht in unsere Fehler, der Anfang unserer Besserung sei, den betrachten sie als ihren Feind; und so muß ich, der ich glaube ihr offenster und wahrster Freund zu sein, mich schon entschließen das ganze Gewicht ihrer Verachtung, welche der Stolz auf ihre Erfahrungen ihnen einflößt, mit Resignation zu ertragen, wenn ich die Behauptung zu beweisen suche, daß das seit einem halben Jahrhundert herrschende System des Feldbaues, ein Raubsystem gewesen ist, welches, wenn es beibehalten wird, in einer berechenbaren Zeit den Ruin der Felder, die Verarmung ihrer Kinder und ihrer Nachkommen unabwendbar nach sich ziehen wird.

---

# Achtunddreißigster Brief.

Ehe ich unternehme den Beweis zu führen, daß unser gegenwärtiges System des Feldbaues ein Raubsystem ist, will ich im voraus bemerken, daß ich nicht meine, ein jeder Landwirth handle in Beziehung auf die ihm vortheilhafteste Bestellung seiner Felder gegen die Gesetze der Logik und Vernunft; ich bin ganz im Gegentheil der Ansicht, daß unsere praktischen Landwirthe in der Erreichung dieses Zweckes sehr vernünftig und sehr logisch handeln; sie kennen im allgemeinen die Mittel, um unfruchtbare Felder fruchtbar zu machen, und ihren fruchtbaren Feldern hohe Erträge abzugewinnen, und wenden diese Mittel mit Geschick und Ueberlegung an; sie sind seit undenklicher Zeit bekannt und erprobt.

Ein Feld, welches einen hohen Kornertrag geliefert hat, empfängt durch die gehörige mechanische Bearbeitung und Düngung die Fähigkeit denselben Kornertrag zum zweiten Mal zu liefern, beide bedingen fortgesetzt die Wiederkehr derselben Ernte. Dies weiß ein Bauer, der nicht lesen und schreiben kann.

Das gegenwärtige System des Feldbaues erzielt, wie behauptet wird, höhere Erträge, es erzeugt mehr Korn und Fleisch auf derselben Bodenfläche und vortheilhafter als früher; ich will dies vorläufig nicht bestreiten und es kann sich deshalb zunächst hier nicht um einen Tadel desselben handeln, sondern um die Untersuchung der Frage, ob es vernunftgemäß ist. Wenn die hohen Erträge die Folge einer Bewirthschaftung sind, wodurch das Feld allmälig die Bedingungen seiner Fruchtbarkeit verlieren muß, wodurch es verarmt und erschöpft wird, so ist das System, obwohl es denjenigen reich machen kann, welchem die höheren Erträge zufallen, nicht vernunftgemäß.

Ich weiß, daß die große Mehrzahl der Landwirthe die volle Ueberzeugung hat, daß ihre Art der Bewirthschaftung ihren Feldern eine ewige Dauer der Fruchtbarkeit sichere, und wenn es mir gelingt, einige Zweifel gegen diese Zuversicht zu erwecken, so habe ich ein hohes Ziel erreicht; die einfache Erkenntniß ihres Irrthums reicht hin, ihn für immer zu beseitigen.

Ich halte es zwar nicht mehr für möglich den Feldern alle diejenigen Bedingungen ihrer Fruchtbarkeit wieder zu geben, die ihnen bereits durch die seitherige Bewirthschaftung entzogen worden sind, aber es kann durch einen vernünftigen Haushalt mit den noch vorhandenen Mitteln so viel

erreicht werden, daß das, was bisher geleistet worden ist, klein dagegen erscheint.

Um zu einer klaren Einsicht in das herrschende System der Bewirthschaftung zu gelangen, dürfte es nöthig sein sich an die allgemeinsten Bedingungen des Pflanzenlebens zu erinnern.

Die Pflanzen enthalten verbrennliche und unverbrennliche Bestandtheile. Die letzteren sind die Bestandtheile der Asche, welche alle Pflanzentheile nach dem Verbrennen hinterlassen; die wesentlichsten in unsern Culturpflanzen sind Phosphorsäure, Kali, Kieselsäure, Schwefelsäure, Kalk, Bittererde, Eisen, Kochsalz.

Es wird jetzt als eine unbestreitbare Thatsache angesehen, daß die Bestandtheile der Pflanzenaschen Nahrungsmittel, und demgemäß zur Bildung des Pflanzenkörpers und seiner Theile unentbehrlich sind. Aus Kohlensäure, Wasser, Ammoniak entstehen ihre verbrennlichen Elememente; sie sind als Nahrungsmittel gleich unentbehrlich.

In dem Lebensprocesse der Pflanzen bildet sich aus diesen Stoffen der Pflanzenleib, wenn die Atmosphäre und der Boden die ebengenannten Bedingungen in der angemessenen Menge und im richtigen Verhältniß gleichzeitig darzubieten vermögen.

Die atmosphärischen Elemente ernähren nicht ohne gleichzeitige Mitwirkung der Bodenbestandtheile, und die letzteren sind wirkungslos, wenn es an den ersteren fehlt; beide müssen immer zusammen sein, wenn die Pflanze wachsen soll.

Es versteht sich hiernach von selbst, daß kein einzelner der genannten Pflanzennahrungsstoffe einen Werth vorzugsweise vor dem andern hat, sie sind für das Pflanzenleben gleichwerthig. Für den Landwirth, welcher zur Erreichung seiner Zwecke dafür sorgen muß, daß seine Felder alle diese Stoffe in gehöriger Menge enthalten, sind sie hingegen ungleichwerthig, denn in dem Fall, wo einer davon im Boden fehlt, kann er nur dann auf eine Ernte rechnen, wenn er diesen fehlenden Bestandtheil dem Felde giebt; der fehlende oder mangelnde gewinnt dann einen Werth vorzugsweise, d. h. in Beziehung zu den andern, die sein Feld (wie z. B. der Kalk im Kalkboden) in größter Menge enthält.

Alle Nahrungsmittel der Gewächse gehören dem Mineralreich an, die luftförmigen werden von den Blättern, die feuerbeständigen von den Wurzeln aufgenommen; die ersteren sind häufig Bestandtheile des Bodens, und verhalten sich dann zu den Wurzelfasern ähnlich wie zu den Blättern, d. h. sie können auch durch die Wurzeln in die Pflanzen gelangen. Die luftförmigen sind ihrer Natur nach beweglich, die feuerbeständigen sind unbeweglich, und können den Ort, wo sie sich befinden, nicht von selbst verlassen.

Ein Nahrungsstoff ist wirkungslos, wenn ein einziger der andern Nahrungsstoffe fehlt, welche Bedingungen seiner Wirksamkeit sind.

Die Futtergewächse und die Kornpflanzen bedürfen zu ihrer Entwickelung die nämlichen Bodenbestandtheile, aber in sehr ungleichen Verhältnissen. Das Gedeihen einer Futterpflanze auf einem Felde

beweist, daß sie in der Luft und im Boden ein für ihre Ernährung entsprechendes Verhältniß von atmosphärischen Nahrungsstoffen und Bodenbestandtheilen vorgefunden hat. Das Nichtgedeihen der Kornpflanze auf demselben Felde weist darauf hin, daß für sie im Boden etwas gefehlt hat. In allen Fällen des Nichtgedeihens einer Culturpflanze muß hiernach der nächste Grund im Boden, und nicht in einem Mangel an atmosphärischen Nahrungsstoffen gesucht werden, denn die Quelle, welche dem Futtergewächs diese Elemente geliefert hat, stand auch der Kornpflanze offen.

Wie wirkt nun der Boden, und in welcher Weise nehmen seine Bestandtheile Theil an der Vegetation?

Wir wollen diese Frage jetzt einer näheren Untersuchung unterziehen.

Der Ernährungsproceß ist ein Aneignungsproceß der Nahrung; eine Pflanze wächst, indem sie an Masse zunimmt, und ihre Masse vermehrt sich, indem die Bestandtheile der Nahrung zu Bestandtheilen des Pflanzenkörpers werden. Aus der Kohlensäure entsteht z. B. der Zucker, die Kieselsäure wird zu einem Bestandtheil des Stengels, das Kali ist im Saft, die Phosphorsäure, Kali, Kalk, Bitterde werden zu Bestandtheilen des Samens.

In der Wirkung eines Nahrungsstoffes hat man zu unterscheiden die Raschheit, oder Schnelligkeit, von der Dauer seiner Wirkung.

Im Allgemeinen hängt die Wirkung ab von der Summe der vorhandenen wirkenden Theile, entsprechend der Menge, welche überhaupt von der Pflanze in einer Vegetationsperiode aufnehmbar ist, und aufgenommen wird; ein Mangel vermindert die Ernte, aber ein Ueberschuß erhöht sie nicht über eine gewisse Grenze hinaus. Der Ueberschuß wirkt in der nächsten Vegetationsperiode; die Dauer der Ernten richtet sich nach dem Rest, der nach jeder Vegetationsperiode im Boden bleibt; ist der Rest zehnmal größer als eine volle Ernte bedarf, so reicht er aus für zehn volle Ernten in zehn Jahren.

Ein Körper, z. B. ein Stück Zucker, löst sich um so rascher in einer Flüssigkeit, je feiner er gepulvert ist; durch das Pulvern wird seine Oberfläche und damit die Anzahl der Theilchen vergrößert, die in einer gegebenen Zeit mit der Flüssigkeit in Berührung kommen, die sie auflöst; in allen chemischen Actionen dieser Art geht die Wirkung von der Oberfläche aus; ein Nahrungsmittel, welches sich im Boden befindet, wirkt durch seine Oberfläche, was unterhalb der Oberfläche liegt, ist wirkungslos, weil es nicht auflöslich ist; je mehr in einer gegebenen Zeit von der Pflanze davon aufgenommen wird, desto wirksamer ist es in dieser Zeit. Fünfzig Pfund Knochen können je nach dem Grad ihrer Zertheilung so viel in einem Jahr wirken wie hundert, zweihundert oder dreihundert Pfund in grobem Pulver; das letztere ist nie wirkungslos, aber um zu wirken, das ist um sich aufzulösen, braucht es längere Zeit; die Wirkung ist geringer, hält aber länger an.

Um die Wirkung des Bodens und seiner Bestandtheile auf die Vegetation richtig zu verstehen, muß man fest im Auge behalten, daß die darin enthaltenen Nahrungsmittel immer wirkungsfähig, wie wohl nicht

immer wirksam sind; sie sind immer bereit in den Kreislauf zu treten, wie ein Mädchen zum Tanz, aber es gehört ein Tänzer dazu.

Acht Stoffe hat der Landwirth im Boden nöthig, wenn alle seine Pflanzen üppig gedeihen, wenn seine Felder die höchsten Erträge liefern sollen. Manche davon, aber nicht alle, sind stets und in Menge darin vorräthig, drei sind den meisten Feldern nur geliehen. Diese acht Stoffe sind gleich acht Ringen einer Kette um ein Rad; ist einer davon schwach, so reißt die Kette bald, der fehlende ist immer der Hauptring, ohne den das Rad die Maschine nicht bewegt. Die Stärke der Kette bedingt der schwächste von den Ringen.

Wir haben geglaubt, daß die Pflanzen ihre Nahrung aus einer Lösung empfangen; daß die Schnelligkeit ihrer Wirkung mit ihrer Löslichkeit in nächster Beziehung stehe. Durch das Regenwasser im Verein mit der Kohlensäure würden die wirksamen Bestandtheile derselben den Pflanzenwurzeln zugeführt. Die Pflanze sei wie ein Schwamm, der zur Hälfte in der Luft, zur Hälfte im feuchten Boden stehe; was der Schwamm durch die Verdunstung in der Luft verliere, sauge er unaufhörlich wieder aus dem Boden auf. Aus den Blättern verdunste das durch die Wurzel aufgenommene Wasser, die Wurzeln empfingen das verlorene Wasser aus dem Boden wieder; was in dem Wasser gelöst sei, gehe mit den Wassertheilchen in die Wurzeln über; die Pflanze eigne sich das Gelöste im Ernährungsproceß an, der Boden und die Pflanze seien beide passiv.

Wir haben gelehrt, daß ein Nahrungsmittel in dem Boden, entfernt von jeder Wurzelfaser, die Pflanze ernähren könne, wenn sich zwischen der Faser und dem Nahrungsstoff Wassertheilchen befänden, die denselben aufzulösen vermögen. In Folge der Verdunstung durch die Blätter saugen die Wurzeln die Wassertheilchen auf, die in dieser Weise alle zusammen eine Bewegung nach der Wurzelfaser hin empfangen; mit den Wassertheilchen bewege sich der gelöste Stoff. Das Wasser, so glaubten wir, ist der Karren, der die entfernten Bodenbestandtheile in die Nähe und in unmittelbare Berührung mit der Pflanze bringt.

Wenn 4000 Pfund Körner und 10,000 Pfund Stroh 100 Pfund Kali und 50 Pfund Phosphorsäure zu ihrer Entwickelung bedürfen, und eine Hectare Feld diese 100 Pfund Kali und 50 Pfund Phosphorsäure in löslichem aufnehmbarem Zustande enthält, so reichen diese Mengen zu diesem Ernteertrag hin; enthält das Feld doppelt oder hundertmal so viel, so erwarten wir zwei oder hundert Ernten; so haben wir gelehrt.

A l l e s d i e s ist ein g r o ß e r I r r t h u m g e w e s e n.

Wir haben aus der Wirkung, welche das Wasser und die Kohlensäure auf das Gestein ausüben, auf die Wirkung beider auf die Ackererde geschlossen, a b e r d i e s e r S c h l u ß i s t f a l s c h.

Es giebt in der Chemie keine wunderbarere Erscheinung, keine, welche alle menschliche Weisheit so sehr verstummen macht, wie die, welche das Verhalten eines für den Pflanzenwuchs geeigneten Acker- und Gartenbodens darbietet.

Durch die einfachsten Versuche kann sich Jeder überzeugen, daß beim Durchfiltriren von Regenwasser durch Ackererde oder Gartenerde dieses Wasser keine Spur von Kali, von Kieselsäure, von Ammoniak, von Phosphorsäure auflöst, daß die Erde von allen den Pflanzennahrungsstoffen, die sie enthält, kein Theilchen an das Wasser abgiebt, daß das Wasser nichts davon hinwegnimmt. Der anhaltendste Regen vermag dem Felde, außer durch mechanisches Hinwegschwemmen, keine von den Hauptbedingungen seiner Fruchtbarkeit zu entziehen.

Die Ackerkrume hält aber nicht nur fest, was von Pflanzennahrungsstoffen in ihr ist, sondern ihr Vermögen den Pflanzen zu erhalten, was diese bedürfen, reicht noch viel weiter. Wenn Regen- oder ein anderes Wasser, welches Ammoniak, Kali, Phosphorsäure, Kieselsäure in aufgelöstem Zustand enthält, mit Ackererde zusammengebracht wird, so verschwinden diese Stoffe beinahe augenblicklich aus der Lösung; die Ackererde entzieht sie dem Wasser. Und nur solche Stoffe werden dem Wasser von der Ackererde vollständig entzogen, welche unentbehrliche Nahrungsmittel für die Pflanzen sind, die andern bleiben ganz oder zum größten Theil gelöst.

Füllt man einen Trichter mit Ackererde und gießt auf diese Erde eine Auflösung von kieselsaurem Kali (Kali-Wasserglas), so läßt sich meistens in dem abfließenden Wasser keine Spur von Kali und nur unter gewissen Umständen Kieselsäure entdecken.

Löst man frisch gefällten phosphorsauren Kalk oder phosphorsaure Bittererde in Wasser, welches mit Kohlensäure gesättigt ist, und läßt diese Lösungen in gleicher Weise durch Ackererde durchfiltriren, so enthält das abfließende Wasser keine Phosphorsäure. Eine Auflösung von phosphorsaurem Kalk in verdünnter Schwefelsäure oder von phosphorsaurem Bittererde-Ammoniak in kohlensaurem Wasser verhält sich auf gleiche Weise. Die Phosphorsäure des phosphorsauren Kalks, die Phosphorsäure und das Ammoniak des Bittererdesalzes bleiben in der Erde zurück.

Die Kohle verhält sich gegen manche lösliche Salze ähnlich; sie nimmt Farbstoffe und Salze aus Flüssigkeiten in sich auf; es liegt nahe, den Grund der Wirkung beider in einerlei Ursache zu suchen; bei der Kohle ist es eine chemische Anziehung, die von der Oberfläche ausgeht, aber bei der Ackererde nehmen ihre Bestandtheile an ihrer Wirkung Theil, und sie ist deshalb in vielen Fällen eine ganz andere.

Kali und Natron stehen sich bekanntlich in ihrem chemischen Verhalten ganz außerordentlich nahe, und auch ihre Salze haben viele Eigenschaften mit einander gemein. Chlorkalium z. B. hat dieselbe Krystallgestalt wie Kochsalz, in Geschmack und Löslichkeit sind sie wenig verschieden. Ein Ungeübter unterscheidet beide kaum, aber die Ackerkrume unterscheidet sie vollkommen.

Wenn man einer verdünnten Chlorkalium-Lösung gepulverte Ackererde zusetzt, so tritt sehr bald ein Zeitpunkt ein, wo kein Kalium mehr in Lösung bleibt. Dieselbe Menge Erde entzieht einer Kochsalzlösung von gleichem Chlorgehalt noch nicht die Hälfte Natrium. Bei dem

Kalium fand mithin ein Austausch statt, bei dem Natrium nur zum Theil. Das Kali ist ein Bestandtheil aller unserer Landpflanzen, das Natron findet sich nur ausnahmsweise in den Aschen. Bei schwefelsaurem und salpetersaurem Natron wird von dem Natron nur ein Theil zurückgehalten, bei schwefelsaurem und salpetersaurem Kali bleibt alles Kali in der Erde zurück. Besonders zu diesem Zweck angestellte Versuche haben gezeigt, daß 1 Litre = 1000 Cub.-Centimeter Gartenerde (reich an Kalk) das Kali aus 2025 Cub.-Cent. kieselsaurer Kalilösung aufnehmen, welche auf 1000 Cub.-Cent. 2,78 Gramm Kieselsäure und 1,166 Gramm Kali enthielt, und es berechnet sich hieraus, daß eine Hectare Feld von derselben Beschaffenheit auf 1/4 Meter (= 10 Zoll) Tiefe einer gleichen Lösung über 10,000 Pfund Kali entziehen und für den Bedarf der Pflanzen festhalten würde. Ein in gleicher Weise angestellter Versuch mit einer Auflösung von phosphorsaurem Bittererde-Ammoniak in kohlensaurem Wasser zeigte, daß eine Hectare Feld 5000 Pfund von diesem Salz einer solchen Lösung entziehen würde. Ein Lehmboden (arm an Kalk) verhielt sich auf gleiche Weise.

Dies giebt einen Begriff von der mächtigen Wirkung der Ackererde, von der Stärke ihrer Anziehung gegen drei Hauptnahrungsstoffe unserer Culturpflanzen, die für sich bei ihrer großen Löslichkeit in reinem und kohlensaurem Wasser, besäße die Ackererde diese Eigenschaft nicht, im Boden nicht erhalten werden könnten.*)

Aus gefaultem Harn, Mistjauche mit vielem Wasser verdünnt, oder Gülle, oder aus einer Auflösung von Guano in Wasser nimmt Ackererde alles darin enthaltene Ammoniak, alles Kali und alle Phosphorsäure auf, und wenn die Menge der Erde genügte, so enthält das abfließende Wasser keine Spuren mehr davon. (Thompson, Hutstable, Way.)**)

---

*) Diese Versuche sind so einfach und leicht auszuführen, daß sie sich zu Collegienversuchen eignen. Zu beachten dabei ist, daß sich beim Durchfiltriren leicht Canäle bilden, durch welche die vollständige Berührung der Flüssigkeit mit der Erde verhindert wird; es ist deshalb nöthig sehr verdünnte Auflösungen zu nehmen, von dem kieselsauren Kali, Chlorkalium ꝛc. 1 Theil Substanz auf 500 Wasser. Die andern, wie phosphorsaurer Kalk in kohlensaurem Wasser, können in gesättigter Lösung verwendet werden. Meistens zeigt in dem ersten Filtrat bei letztern Salzen die Molybdänsäureprobe schon keine Phosphorsäure mehr an; beim einfachen Mischen einer Bodenart mit einer auf Kurkuma deutlich alkalisch reagirenden Lösung von kieselsaurem Kali verliert dieselbe augenblicklich diese Reaction. Was die Thatsachen selbst betrifft, so wurde das Absorptionsvermögen der Ackererde im Allgemeinen zuerst von Joh. Ph. Bronner, für Ammoniak von Thompson, das für Phosphorsäure und einige Kalisalze von Way beobachtet, aber weder die Pflanzenphysiologie, noch die wissenschaftliche Agricultur hatte bis dahin von diesen merkwürdigen, für die Physiologie und den Ackerbau so folgenreichen Entdeckungen der englischen Chemiker Notiz genommen.

**) Ich kann hier einer Erfahrung nicht unerwähnt lassen, welche mir vor einigen Jahren von Herrn Dr. Marquart in Bonn mitgetheilt wurde, und

Die Eigenschaft der Ackerkrume, Ammoniak, Kali, Phosphorsäure, Kieselsäure ihren Auflösungen zu entziehen, ist begrenzt; jede Bodenart besitzt dafür eine eigene Capacität; bringt man diese Lösungen damit in Berührung, so sättigt sich die Erde mit dem gelösten Stoff, ein Ueberschuß desselben bleibt alsdann in Lösung, und kann mit den gewöhnlichen Reagentien nachgewiesen werden. Der Sandboden absorbirt bei gleichem Volum weniger als der Mergelboden, dieser weniger als Thonboden. Die Abweichungen in der absorbirten Menge sind aber eben so groß wie die Verschiedenheiten der Bodensorten selbst. Man weiß, daß keiner dem andern gleich ist; es ist nicht unwahrscheinlich, daß gewisse Eigenthümlichkeiten in der landwirthschaftlichen Cultur mit dem ungleichen Absorptionsvermögen der verschiedenen Bodenarten für einen der genannten Stoffe in einer bestimmten Beziehung stehen, und es ist nicht unmöglich, daß wir durch die nähere Ermittelung derselben ganz neue und unerwartete Anhaltepunkte zur Beurtheilung des landwirthschaftlichen Werthes oder der Güte der Felder gewinnen.

Bemerkenswerth ist die Wirkung einer Erde auf die Lösungen, welche reich an organischen Materien ist. Ein an organischen Materien armer Thon- oder Kalkboden entzieht der Lösung von kieselsaurem Kali alles Kali und alle Kieselsäure, der an organischen Materien, an

---

welche in Beziehung auf das Absorptionsvermögen des Thons für Ammoniak merkwürdig genug ist.

Um das Kupferoxyd aus Kupferschiefer, in welchem es in der Form von Malachit und Lasur eingesprengt war, auszuziehen, kam ein Fabrikant am Rhein auf die Idee, sich hierzu des Ammoniaks zu bedienen, welches in Versuchen im Kleinen seinem Zweck entsprechende Resultate gegeben hatte. Er construirte mit einem beträchtlichen Aufwand einen Ausziehungsapparat im Großen, der aus zwei Kesseln bestand, die durch ein sehr weites Rohr mit einander in Verbindung standen. In den einen Kessel kam die Ammoiakflüssigkeit; die Röhre war angefüllt mit dem Kupferschiefer und der zweite Kessel diente als Condensator. Der Einrichtung gemäß sollte Ammoniak und Wasserdampf durch das Rohr mit Kupfererz getrieben, sich darin condensiren, das Kupferoxyd auflösen und die Lösung in den zweiten Kessel überfließen. Die Röhre sollte alsdann mit frischem Kupfererz gefüllt und das Ammoniak der gesättigten Lösung, durch Kochen ausgetrieben, zum zweiten Mal zum Ausziehen einer neuen Portion des Kupfererzes dienen, und da der Apparat luftdicht verschlossen war, so hoffte man, dasselbe Ammoniak ohne Verlust zum Ausziehen großer Quantitäten Kupfererz gebrauchen zu können. Der eine der beiden Kessel diente immer abwechselnd als Condensator. Der erste Versuch gelang in so fern, als sich in dem einen Kessel wirklich eine Lösung von Kupferoxyd ansammelte; allein beim Durchtreiben durch eine zweite Portion Kupferschiefer verschwand das Ammoniak auf eine für den Fabrikanten unbegreifliche Weise, so daß das Verfahren aufgegeben werden mußte. Das Verschwinden des Ammoniaks in diesen Operationen war ohne Zweifel durch dessen Absorption von dem Thon des Kupferschiefers herbeigeführt worden, und es kann diese Thatsache als ein Beweis für die mächtige Anziehung zwischen beiden angesehen werden, welche selbst durch den Einfluß einer hohen Temperatur nicht aufgehoben zu werden scheint.

sogenanntem Humus reiche, entzieht das Kali, aber die Kieselsäure bleibt in der Flüssigkeit gelöst zurück. Dieses Verhalten erinnert unwillkürlich an die Wirkung, welche verwesende Pflanzenüberreste im Boden auf die Entwickelung der Pflanzen ausüben, die große Mengen von Kieselsäure bedürfen, wie die Halmgewächse, Schilf und Schachtelhalm, welche letzteren in sogenanntem saurem Moor- und Wiesenboden vorherrschen; wird dieser Boden gekalkt, so verschwinden bekanntlich diese Pflanzen und machen den besseren Futtergewächsen Platz.

Der Versuch zeigt, daß die nämliche an humosen Stoffen reiche Garten- und Walderde, welche der Lösung des kieselsauren Kali keine Kieselsäure entzogen hat, diese Eigenschaft augenblicklich gewinnt, wenn man sie vor dem Zusammenbringen mit dem Silicat mit etwas gelöschtem Kalk mischt; es bleiben alsdann beide Bestandtheile, Kieselsäure und Kali, in der Erde zurück.

# Neununddreißigster Brief.

Aus dem beschriebenen Verhalten der Ackererde gegen Kali, Ammoniak und Phosphorsäure geht unzweifelhaft hervor, daß die Mehrzahl unserer Culturgewächse ihre wichtigsten und zum Wachsthum wesentlichsten mineralischen Bestandtheile nicht aus einer Lösung vom Boden empfangen kann; denn wenn das Kali, das Ammoniak den Säuren, womit sie verbunden sind, so wie dem Wasser so vollständig entzogen werden, daß nach dem Durchgang ihrer Lösung durch Schichten, die nicht höher als die gewöhnliche Ackerkrume sind, die chemische Analyse kaum Spuren von diesen Stoffen mehr nachzuweisen vermag, so läßt es sich nicht denken, daß Regenwasser für sich oder mit Hülfe von wenigen Procenten Kohlensäure das Vermögen besitze, diese Stoffe der Ackerkrume zu entziehen und eine Lösung zu bilden, die sich im Boden fortbewegen kann, ohne die gelösten Substanzen wieder zu verlieren. Dasselbe muß für die Phosphorsäure und die phosphorsauren Salze gelten. Das mit Kohlensäure vollständig gesättigte Wasser wird überall, wo es Körnchen von phosphorsaurem Kalk antrifft, dieses Salz auflösen; allein dieses Lösungsmittel kann nur bewirken, daß sich das phosphorsaure Salz in der Ackererde verbreitet, die Lösung kann ebenfalls den Ort, wo sie sich gebildet hat, nicht verlassen, ohne daß das aufgelöste Salz von Ackererde, welche nicht damit gesättigt ist, der Lösung wieder entzogen wird.

In dem Boden sind diese Stoffe in einem ähnlichen Zustande, wie etwa Farbstoffe in der Kohle oder Jod in Jodstärkmehl, enthalten in einem für die Aufnahme durch die Wurzeln geeigneten Zustand, aber für sich nicht löslich im Regenwasser und nicht eher hinwegführbar durch dieses Lösungsmittel, als bis die Ackerkrume damit gesättigt ist.

Es ist jetzt mehr als wahrscheinlich, daß die große Mehrzahl der Culturpflanzen darauf angewiesen ist, ihre Nahrung direct von den Theilen der Ackerkrume zu empfangen, welche mit den auffaugenden Wurzeln sich in Berührung befinden, und daß sie absterben, wenn ihnen die Nahrung in einer Lösung zugeführt wird. Die Wirkung concentrirter Dungmittel, durch welche, wie der Landwirth sagt, die Saat verbrennt, scheint damit in Beziehung zu stehen.

Die Zusammensetzung unserer gewöhnlichen Flußwasser, so wie des

Wassers unserer Quellen und der Abzugswasser (Drainwasser) von Feldern dürfte geeignet sein, diesen Schlüssen als Stütze zu dienen.

Von den Herren Graham, Miller und Hofmann sind (Chem. Soc. Qu. J. IV. 375) eine Anzahl vortrefflicher Analysen von Fluß- und Quellwasser bekannt gemacht worden, aus welchen sich ergiebt, daß 100,000 Gallons oder 500 Tons Themsewasser, der Themse an fünf verschiedenen Stellen entnommen, enthalten haben:

| Pfunde | Thames Dillen | Kew | Barnes | Redhouse Battersea | Lambeth |
|---|---|---|---|---|---|
| Kali | 7,3 | 4,71 | 3,55 | 10 | 7,3 |

Die folgenden Quellwasser enthielten in 100,000 Gallons = 10,000 Centner:

| Pfunde | Whitley | Cutshmere | Vellwool | Hindhead | Barford | Cosford-house |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Kali | 2,71 | 2,5 | 3 | 0,7 | 1,8 | 6 |

Thomas Way fand in Drainwasser, d. h. in Regenwasser, welches durch Ackererde auf dem natürlichen Wege durchgesickert war, in Proben von sieben verschiedenen Feldern folgende Bestandtheile (Journ. of the royal agric. Soc. Vol. XVII. 133):

| | Grains in 1 Gallon = 70,000 Grains Wasser | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1. | 2. | 3. | 4. | 5. | 6. | 7. |
| Kali . . . . . . | Spur | Spur | 0,02 | 0,05 | Spur | 0,22 | Spur |
| Natron . . . . . | 1,00 | 2,17 | 2,26 | 0,87 | 1,42 | 1,40 | 3,20 |
| Kalk . . . . . . | 4,85 | 7,19 | 6,05 | 2,26 | 2,52 | 5,82 | 13,00 |
| Magnesia . . . . | 0,68 | 2,32 | 2,48 | 0,41 | 0,21 | 0,93 | 2,50 |
| Eisenoxyd und Thonerde . . . . . | 0,40 | 0,05 | 0,10 | — | 1,30 | 0,35 | 0,50 |
| Kieselsäure . . . . | 0,95 | 0,45 | 0,55 | 1,20 | 1,80 | 0,65 | 0,85 |
| Chlor . . . . . . | 0,70 | 1,10 | 1,27 | 0,81 | 1,26 | 1,21 | 2,62 |
| Schwefelsäure . . . | 1,65 | 5,15 | 4,40 | 1,71 | 1,29 | 3,12 | 9,51 |
| Phosphorsäure . . . | Spur | 0,12 | Spur | Spur | 0,08 | 0,06 | 0,12 |
| Ammoniak . . . . | 0,018 | 0,018 | 0,018 | 0,012 | 0,018 | 0,018 | 0,006 |

Ganz ähnliche Resultate erhielt Dr. Krocker in seinen Analysen von Drainwasser aus Preskau (siehe Liebig und Kopp's Jahresber. f. 1853, 742):

| | Drainwasser (in 10,000 Theilen): | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | a. | b. | c. | d. | e. | f.*) |
| Organische Substanz . . . | 0,25 | 0,24 | 0,16 | 0,06 | 0,63 | 0,56 |
| Kohlensaurer Kalk . . . . | 0,84 | 0,84 | 1,27 | 0,79 | 0,71 | 0,84 |
| Schwefelsaurer Kalk . . . | 2,08 | 2,10 | 1,14 | 0,17 | 0,77 | 0,72 |
| Salpetersaurer Kalk . . . | 0,02 | 0,02 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| Kohlensaure Magnesia . . . | 0,70 | 0,69 | 0,47 | 0,27 | 0,27 | 0,16 |
| Kohlensaures Eisenoxydul . . | 0,04 | 0,04 | 00,4 | 0,02 | 0,02 | 0,01 |
| Kali . . . . . . . . . . . | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,04 | 0,06 |
| Natron . . . . . . . . . | 0,11 | 0,15 | 0,13 | 0,10 | 0,05 | 0,04 |
| Chlornatrium . . . . . | 0,08 | 0,08 | 0,07 | 0,03 | 0,01 | 0,01 |
| Kieselerde . . . . . . . . | 0,07 | 0,07 | 0,06 | 0,05 | 0,06 | 0,05 |
| Summe d. festen Bestandtheile | 4,21 | 4,25 | 3,37 | 1,53 | 2,58 | 2,47 |

Diese Drainwasser enthalten alle Stoffe, welche das Regenwasser aus der Ackerkrume aufzulösen vermag, und ihre Zusammensetzung giebt einen Begriff von der Menge derselben, welche eine Pflanze während ihrer Vegetationsperiode aus dieser Lösung möglicher Weise empfangen kann.

Nehmen wir an, daß auf ein Hectar Feld in einem Jahr 12 Millionen Pfund Regenwasser fallen, und daß der dritte Theil dieses Wassers im Boden sich mit allen den Bestandtheilen in gleichem Grade wie obige Drainwasser sättige, und diese 4 Millionen Pfunde in den Monaten Juni, Juli, August und September vollständig von den Wurzeln der darauf gebauten Kartoffelpflanzen aufgenommen werden und durch ihre Blätter verdunsten, so würden alle Kartoffelpflanzen zusammen aus dieser Lösung, wenn sie den Gehalt der von Way analysirten Drainwasser enthielte, von einem Hectar von vier Feldern noch kein einziges Pfund, von zwei andern Feldern vom Hectar etwas über ein Pfund und von einem siebenten Hectar zwei Pfund Kali empfangen.

Ein Hectar Feld liefert aber eine mittlere Ernte Kartoffeln, welche 408 Pfund Asche und darin 200 Pfund Kali enthalten.

Denken wir uns die Felder, deren Drainwasser Dr. Krocker analysirte, mit Runkelrüben bestellt, und nehmen wir auch hier an, daß vier Millionen Pfund mit Mineralbestandtheilen aus dem Boden gesättigtes

*) a. Drainwasser von dem Boden mit dem Untergrund A., gesammelt 1. April 1853. — b. desgleichen, gesammelt 1. Mai 1853, nach einem Regen von 218 Cubikzoll auf den Quadratfuß. — c. Drainwasser des vorhergehenden Bodens, gemischt mit dem von einem humosen Thonboden, mit kalkreichem Letten als Untergrund, im October 1853 untersucht. — d. Drainwasser von dem Boden B., im October 1853 gesammelt. — Durch die Wasserfurchen von einem schweren Thonboden e. Anfangs Juni, f. Mitte August nach starken Regengüssen abgelaufenes Wasser

Regenwasser in die Pflanze während ihrer Vegetationszeit übergegangen seien, so würden diese den Runkelrübenpflanzen von vier Feldern vom Hectar nur 8 Pfund, von einem andern 16 Pfund und von einem dritten 24 Pfund Kali haben zuführen können.

Die mittlere Ernte Rüben von einem Hectar Feld beträgt aber mit Blättern 1000 Centner, welche 1144 Pfund Aschenbestandtheile und darin 495 Pfund Kali enthalten;

Der Ammoniakgehalt in den von Way analysirten Drainwassern ist außerordentlich gering; es ist kaum möglich sich zu denken, daß 1 Pfund Ammoniak in $3\frac{1}{2}$ Millionen Pfund Wasser gelöst einen bemerklichen Einfluß auf die Vegetation äußern könne.

In dem Themsewasser war dessen Quantität in einer Gallone (70,000 Grains) von vier Orten genommen nicht bestimmbar; und in dem aus der Themse bei Redhouse Battersea genommenen finden sich 3 Theile in 7 Millionen Theilen Wasser (siehe Liebig und Kopp's Jahresber. für 1851, S. 658). Als Rieselwasser würde unstreitig das Themsewasser eine bedeutende Erhöhung des Heuertrages auf vielen Wiesen hervorbringen, aber sicherlich nicht durch die Zufuhr von Ammoniak, an welchem dieses Wasser, so wie im Allgemeinen das Fluß- und Bächewasser so arm ist.

Der Gehalt an Phosphorsäure in den Drain-, Fluß- und gewöhnlichen Quellwassern ist geradezu = Null; Krocker fand in dem Drainwasser keine Phosphorsäure, in drei Drainwassern fand Way nur Spuren, in vier andern in 7 Millionen Theilen Wasser in zwei 12, in den andern 8 und 6 Theile Phosphorsäure.

Aus dem Verhalten der Ackerkrume geht hervor, daß die Pflanze in der Aufnahme ihrer Nahrung selbst eine Rolle spielen muß; als organisches Wesen ist ihre Existenz nicht gänzlich abhängig von äußeren Ursachen.

Empfingen die Landpflanzen ihre Nahrung aus einer Lösung, so würden sie von dieser Lösung der Zeit nach im Verhältniß nur so viel aufnehmen können, als Wasser durch ihre Blätter verdunstet, sie würden nur aufnehmen können, was die Lösung enthält und zuführt. Es ist ganz gewiß, daß das Wasser, welches den Boden durchfeuchtet, so wie die Verdunstung durch die Blätter in dem Assimilationsprocesse als nothwendige Vermittelungsglieder mitwirken; allein in dem Boden besteht eine Polizei, welche die Pflanze vor einer schädlichen Zufuhr schützt; sie wählt aus was sie bedarf, und was der Boden darbietet kann nur dann in ihren Organismus übergehen, wenn eine innere, in der Wurzel thätige Ursache mitwirkt.

Es ist wahrscheinlich, daß die größte Anzahl der Culturpflanzen darauf angewiesen ist, ihre mineralische Nahrung direct von der Ackerkrume zu empfangen, und daß ihr Bestehen gefährdet wird, daß sie verkümmern und absterben, wenn ihnen diese Bestandtheile in einer Lösung zugeführt werden.

Man findet häufig in Wiesen glatte Kalkgeschiebe, deren Oberfläche mit feinen Furchen netzartig bedeckt ist, und wenn der Stein frisch aus

der Erde genommen wird, so sieht man, daß eine jede vertiefte Linie oder Furche einer Wurzelfaser entspricht, wie wenn sich diese in den Stein eingefressen hätte.

Es ist sehr schwer sich eine Vorstellung zu machen, in welcher Weise die Pflanzen mitwirken, um die Auflösung der Mineralbestandtheile zu bewerkstelligen; daß Wasser für den Uebergang derselben unentbehrlich ist, versteht sich wohl von selbst.

Die Schwierigkeit der Erkärung darf zunächst nicht abhalten, die Thatsachen an sich nach allen Richtungen hin festzustellen und den Umfang ihres Einflusses zu ermitteln. Ausnahmen giebt es genug.

Für viele Wasserpflanzen, deren Wurzeln den Boden nicht berühren, müssen, wie sich von selbst versteht, für die Aufnahme ihrer mineralischen Nahrung andere Gesetze bestehen, sie müssen sie wie die Seegewächse aus dem umgebenden Medium nehmen, denn überall, wo eine Pflanze wächst, muß sie die Bedingungen ihrer Existenz vorfinden.

Die Untersuchung der Wasserlinsen (Lemna trisulca) bot in dieser Hinsicht einige interessante Beobachtungen dar. Diese Pflanze wächst in stehenden Wassern, Teichen und Sümpfen und schwimmt auf der Oberfläche des Wassers, so daß ihre Wurzeln außer aller Berührung mit dem Boden sind.

Es wurde eine Portion dieser Pflanzen von einem künstlichen Sumpfe des hiesigen botanischen Gartens gesammelt, getrocknet und verbrannt und ihr Aschengehalt bestimmt; es wurden gleichzeitig 10 bis 15 Liter des Sumpfwassers, welches eine schwach grünliche Farbe besaß, filtrirt und zur Trockne abgedampft; die Asche so wie der Salzrückstand des Wassers wurden der Analyse unterworfen.

Um die Vergleichung zu erleichtern, stelle ich die Analysen beider neben einander.

| | Asche von Wasserlinsen: 100 Th. getrocknete Linsen gaben 16,6 Th. Asche. In 100 Th. der schwach geglühten Asche sind enthalten: | Salzrückstand des Wassers aus dem botanischen Garten: 1 Liter enthält 0,415 Grm. Salzrückstand (schwach geglüht). In 100 Th. der Salze sind enthalten: |
|---|---|---|
| Kalk | 16,82 | 35,00 |
| Bittererde | 5,08 | 12,264 |
| Kochsalz | 5,897 | 10,10 |
| Chlorkalium | 1,45 | — |
| Kali | 13,16 | 3,97 |
| Natron | — | 0,471 |
| Eisenoxyd mit Spuren von Thonerde | 7,36 | 0,721 |
| Phosphorsäure | 8,730 | 2,619 |
| Schwefelsäure | 6,09 | 8,271 |
| Kieselsäure | 12,35 | 3,24 |

Der Gehalt an Mineralbestandtheilen in diesen Wasserpflanzen so wie in dem Sumpfwasser, dürfte bei Vielen eine eben so große Verwunderung als bei dem ersten Beobachter erwecken; denn in der That

ließ sich wohl nicht voraussetzen, daß eine solche Pflanze in ihrem Reichthum an Mineralbestandtheilen bei weitem die größte Mehrzahl der Landpflanzen übertrifft. Diese Bestandtheile nahm die Pflanze unzweifelhaft aus einer Lösung auf, allein es fand, was das Bemerkenswertheste ist, eine Auswahl statt.

Die Vergleichung der Zusammensetzung des Wassers mit den Aschenbestandtheilen ergiebt, daß alle Mineralsubstanzen des ersteren, bis auf das Natron, sich in der Pflanze befinden, aber in einem sehr geänderten Verhältnisse; das Wasser enthält 45 Procent Kalk und Magnesia, die Pflanze nur 21 Procent von beiden; das Wasser enthält 0,72 Procent Eisenoxyd, die Pflanze zehnmal mehr; die Unterschiede zwischen Phosphorsäure, Kali u. s. w. sind nicht minder groß. Die Pflanze nahm die löslichen Mineralbestandtheile in den Verhältnissen auf, wie sie sie für ihren Lebensproceß bedurfte, und keineswegs in den Verhältnissen, in denen sie ihr von der Flüssigkeit dargeboten wurden.

Sehr bemerkenswerth ist der Reichthum an Mineralbestandtheilen in dem Sumpfwasser, denn die Menge derselben ist über 10mal größer als in dem Drainwasser und über 25- bis 30mal größer als im Quellwasser; in seinem qualitativen Gehalt stellt dieses Wasser ein Mineralwasser dar, wie es außer in Sümpfen wohl in der Natur nicht vorkommen mag.

Der Gehalt dieses Wassers an Kali, Phosphorsäure, Schwefelsäure, Kieselsäure und Eisen erklärt sich ohne Schwierigkeit. In einem Sumpfe sammeln sich nach und nach eine Menge Ueberreste von absterbenden Pflanzengenerationen an, deren Wurzeln vom Boden eine Menge von Mineralbestandtheilen empfangen haben; diese Pflanzenreste gehen auf dem Boden des Sumpfes in Verwesung über, d. h. sie verbrennen und ihre unorganischen Elemente oder ihre Aschenbestandtheile lösen sich unter Mitwirkung von Kohlensäure und vielleicht von organischen Säuren im Wasser und bleiben darin gelöst, wenn der umgebende Schlamm und die Erde, die mit dieser Lösung in Berührung ist, sich damit gesättigt haben.

Es hat sich in der That herausgestellt, daß dieses kalihaltige Sumpfwasser, wenn es durch Erde filtrirt wird, die etwa einen Fuß ab vom Rande des Wasserbeckens genommen worden war, seinen Kaligehalt nicht verliert, während dem nämlichen Wasser das Kali von jeder anderen Erde mit Schnelligkeit entzogen wird.

An vielen Orten wird der Schlamm aus Teichen, stehenden Wassern und manchen Sümpfen als ein treffliches Mittel hochgeschätzt, um die Felder zu verbessern und ihre Fruchtbarkeit zu erhöhen. Es ist klar, daß eine solche Art von Schlamm gleich einer Ackerkrume wirkt, welche mit gelösten Pflanzennahrungsmitteln oder Dungstoffen in Berührung, so viel davon aufgenommen hat, als sie überhaupt aufnehmen kann, und ihre Wirkung findet in der Beschaffenheit des Sumpfwassers eine genügende Erklärung.

Es ist zuletzt begreiflich, wenn in manchen Acker- und Gartenerden Pflanzenreste sich anhäufen und verwesen, daß das Wasser, welches

diesen Boden durchdringt, viele Substanzen auflöst, die sich sonst in Mineralwässern nicht vorfinden.

Zu den beschriebenen chemischen Eigenschaften der Ackererde gesellt sich eine physikalische, welche nicht minder merkwürdig und einflußvoll ist. Dies ist das Vermögen derselben, der feuchten Luft den Wasserdampf zu entziehen und in ihren Poren zu verdichten. Man wußte zwar seit langem schon, daß die Ackererde zu den den Wasserdampf sehr stark anziehenden Substanzen gehört, allein erst durch v. Babo haben wir erfahren, daß sie in dieser Eigenschaft der concentrirten Schwefelsäure gleichgestellt werden muß, welche sie unter allen im stärksten Grade besitzt. Bringt man einige Unzen Ackererde bei einer nicht höheren Temperatur als 35 bis 40° C. getrocknet in eine Flasche mit Luft, welche bei 20° C. vollständig mit Wasserdampf gesättigt ist, der sich also bei der geringsten Abkühlung unter diesen Temperaturgrad als Thau absetzen würde, so ist nach Verlauf von wenigen Minuten die Luft so vollständig ihrer Feuchtigkeit beraubt, welche die Erde angezogen hat, daß sie auch bei einem Kältegrad von 8 bis 10° C. kein Wasser, d. h. keinen Thaubeschlag, mehr absetzt; die Spannkraft des Wasserdampfes ist von 17$^{m. m.}$ auf weniger als 2$^{m. m.}$ herabgedrückt.

In einer Luft, die man mit Wasserdampf gesättigt erhält, verliert die Ackererde ihre absorbirende Kraft für den Wasserdampf in eben dem Grade, als sie selbst sich damit gesättigt hat. Bei vollkommener Sättigung nimmt sie kein Wasser aus der Luft mehr auf. Aus jeder Luft von 20° C., welche Wassergas von mehr als 2$^{m. m.}$ Spannkraft enthält, entzieht die trockene Ackerkrume so lange Wasser, bis sich ein Gleichgewichtszustand der Spannkraft des Wasserdampfes in der Luft oder der Kraft, welche den Gaszustand zu erhalten, und der anziehenden Kraft in der Erde, die ihn aufzuheben strebt, hergestellt hat.

Die Erde, welche sich durch Aufnahme von Feuchtigkeit aus der Luft bei einer gegebenen Temperatur damit gesättigt hat, giebt an trocknere Luft eine gewisse Quantität davon wieder ab und ebenso wenn die Temperatur der Luft steigt; einer noch feuchteren Luft hingegen entzieht sie Wasser, bis das Gleichgewicht hergestellt ist.

Die Vorgänge der Absorption und Verdunstung sind von einer wichtigen Erscheinung begleitet: bei der Absorption des Wasserdampfes erwärmt sich die Erde und sie kühlt sich beim Verdampfen ab. Hängt man ein leinenes Säckchen mit trockener Ackererde, in dessen Mitte sich ein Thermometer befindet, in ein Gefäß mit feuchter Luft, so sieht man das Quecksilber des Thermometers nach einigen Augenblicken steigen; in v. Babo's Versuchen stieg in einer an organischen Stoffen reichen Erde die Temperatur von 20° bis auf 31° C., in einem Sandboden auf 27° C. In gleicher Weise verhielt sich Ackererde, die in Luft von 20° C. und 12° Thaupunkt sich theilweise mit Feuchtigkeit gesättigt hatte, in mit Wasserdampf gesättigter Luft; die Temperatur erhöhte sich um 2 bis 3 Grade. Die eben beschriebenen Erscheinungen müssen auf die Vegetation einen ganz bestimmten Einfluß äußern: auch wenn die

hervorgehobenen Extreme der Erwärmung nur selten eintreten mögen, so sind die dazwischen liegenden Fälle um so häufiger.

Wo im heißen Sommer die Oberfläche des Bodens austrocknet, ohne daß ein Ersatz aus tiefern Erdschichten durch capillare Anziehung statt hat, liefert die mächtige Anziehung des Bodens zu dem gasförmigen Wasser in der Luft die Mittel zur Erhaltung der Vegetation.

Der zu verdichtende Wasserdampf wird durch zwei Quellen geliefert. Während der Nacht sinkt die Temperatur der Luft; die Spannkraft des darin enthaltenen Wasserdampfes erniedrigt sich, und auch ohne daß die Temperatur der Luft auf den Thaupunkt sinkt, tritt durch die Anziehung der Ackerkrume Aufnahme von Wasser (Ammoniak und Kohlensäure), begleitet von Wärmeentwickelung ein, welche die Erkältung des Bodens durch Ausstrahlung mäßigt. Ganz besonders muß diese Erscheinung in den regenlosen tropischen Gegenden von dem eingreifendsten Einfluß sein. Ist ihre Wirkung in unsern gemäßigten Klimaten auch keineswegs so stark als dort, so kann sie dennoch nicht als verschwindend angesehen werden; die hier auftretende Temperaturerhöhung des Bodens beträgt, da die Verdichtung allmälig erfolgt, in vielen Fällen gewiß nur Bruchtheile eines Grades, allein für viele Gewächse sind es diese Bruchtheile, die ihr besseres Gedeihen ermöglichen: der Boden wird und erhält sich wärmer als seine Temperatur sein würde ohne diese Eigenschaft. Eine zweite Quelle, aus welcher die ausgetrocknete Ackerkrume, vermittelst ihres Absorptionsvermögens, ihre Feuchtigkeit schöpft, bieten die tiefer liegenden feuchten Erdschichten. Von ihnen aus muß nach der Oberfläche eine beständige Destillation von Wasserdampf statthaben, dessen Absorption von einer gleichen Wärmeentwickelung in den oberen Schichten begleitet ist. Indem man durch Drainirung das durch capillare Anziehung aufsteigende Wasser tiefer legt, empfängt jetzt die trockene Ackerkrume eine Menge Feuchtigkeit in Gasgestalt aus den unteren Schichten, welche für das Bedürfniß der Gewächse dient und gleichzeitig die Ackerkrume erwärmt.

In diesen Thatsachen erkennen wir eines der merkwürdigsten Naturgesetze. An der äußersten Erdkruste soll sich das organische Leben entwickeln, und die weiseste Einrichtung giebt ihren Trümmern das Vermögen alle diejenigen Nahrungsstoffe aufzusammeln und festzuhalten, welche Bedingungen desselben sind. Dieses Vermögen bewahrt auch in den scheinbar ungünstigen Verhältnissen dem fruchtbaren Boden die darin enthaltenen oder gegebenen Bedingungen seiner Fruchtbarkeit.

# Vierzigster Brief.

Noch vor wenigen Jahren lehrte die wissenschaftliche Landwirthschaft und alle praktischen Männer waren davon überzeugt, daß die Fruchtbarkeit und Ertragsfähigkeit eines Bodens bedingt und abhängig sei von dem Gehalte desselben an Humus, oder den kohlenstoffreichen Ueberresten vorangegangener Vegetationen, und jetzt glaubt Niemand mehr, der einige Einsicht besitzt, daß — ohne die Wirksamkeit der im Stalldünger zugeführten organischen Materien in einzelnen Fällen in Zweifel zu ziehen — die Erträge eines Feldes an kohlenstoffreichen Materien in irgend einem Verhältniß stehen zu dem Humusgehalt des Bodens, und daß die Fruchtbarkeit des Feldes wirklich, wie man früher glaubte, gemessen werden könne durch seinen Humusgehalt.

Wir haben jetzt eine nähere und genauere Kenntniß erhalten von dem Antheil, den der Humus an der Vegetation nimmt, und können die Fälle im voraus bezeichnen, in welchen seine Gegenwart nützlich oder schädlich ist. Wir wissen, daß er nur dann nützlich ist, wenn der Boden die den Pflanzen dienlichen fixen Bodenbestandtheile in genügender Menge enthält, und daß er nicht wirkt, wenn diese fehlen; in Folge seiner Verwesung im Boden entsteht eine Kohlensäurequelle, durch welche die fixen Nahrungsstoffe löslich und nach allen Seiten hin verbreitbar gemacht werden.

In seinen bemerkenswerthen Versuchen über die Wirkung der Ammoniaksalze erntete Lawes in 12 Jahren auf einem und demselben Felde durch Anwendung von fixen Bodenbestandtheilen und Ammoniaksalzen an Pflanzenmasse in Weizenkorn und Stroh 51,995 Pfund pr. Acre, auf einem zweiten Felde, in ähnlicher Weise gedüngt, stieg der Ertrag auf 53,182 Pfund; es waren auf diesen beiden Feldern durch die Anwendung rein mineralischer Dungmittel auf dem einen ein Mehrertrag an Pflanzenmasse von 18,525 Pfund, auf dem andern von 19,713 Pfund gewonnen worden, als auf einem gleich großen Stück ungedüngten Feldes. Es ist ganz sicher, daß man auf beiden Feldern einen gleich hohen, vielleicht noch höheren Ertrag geerntet hätte durch Anwendung von Stalldünger, allein es kann kein Zweifel darüber bestehen, daß die Ammoniaksalze in beiden Fällen die Wirkung der verwesenden organischen Substanzen dieses Düngers ersetzt und vertreten haben, und es liegt die Meinung nahe, daß der Grund der Erhöhung der Erträge auf derselben Ursache beruht.

Es ist vielfach durch Thatsachen belegt worden, daß die Wirkung der Ammoniaksalze in keine Beziehung gebracht werden kann zu ihrem Stickstoffgehalt, daß sie nicht im Verhältniß zu demselben steht, und es ist hiernach klar, daß die Salze als solche, oder die Säure in dem Salze, einen Antheil an der Wirkung haben muß.

Dieser Antheil ist bis jetzt nicht näher festgestellt und eben darum gehen die Ansichten über die eigentliche Wirkung der Ammoniaksalze noch so weit aus einander.

Während die Einen festhalten, daß diese Wirkung auf keinen andern Bestandtheil als den Stickstoff bezogen werden dürfe, indem die Säure wechseln könne, ohne daß sich damit die Wirkung sehr bemerklich ändere — behaupten die Andern, der Ammoniakgehalt des Bodens sei an sich so groß, daß die Steigerung der Erträge der kleinen Menge Stickstoff, die in den Ammoniaksalzen zugeführt worden sei, nicht zugeschrieben werden könne. Ein Acre Feld, welcher auf 10 Zoll Tiefe 10000 Pfund Ammoniak oder Stickstoff enthalte, könne in Folge und wegen der Zufuhr von 30 oder 60 Pfund Ammoniak nicht um das Doppelte fruchtbarer geworden sein. Da in einem solchen Boden von einem Mangel an Stickstoff keine Rede sein könne, so müsse die Ursache der Wirkung in etwas anderm gesucht werden.

Mit der Wirkung der salpetersauren Salze verhält es sich ganz ähnlich wie mit der der Ammoniaksalze; das salpetersaure Natron hat in einzelnen Fällen eine mächtige Wirkung auf die Erhöhung der Erträge an Korn und Stroh, in andern ist es wirkungslos, und es beweisen die Versuche von Kuhlmann, daß auch die Basen dieser Salze eine Rolle dabei spielen. Von zwei mit salpetersaurem Natron und salpetersaurem Kalk gedüngten Wiesen brachten 250 Kilogrm. des ersten Salzes einen Mehrertrag von 2052 Kilogrm. per Hectare hervor, eine gleiche Menge salpetersauren Kalkes, worin 1¼ Procent mehr Salpetersäure enthalten ist, nur einen Mehrertrag von 693 Kilogrm., mithin das Kalksalz ⅔ weniger als das Natronsalz. Schreibt man die Steigerung des Ertrags der Salpetersäure zu, so ist die Wirkung der beiden Salze völlig unverständlich.

In ähnlicher Weise und gleich räthselhaft erscheint in vielen Fällen die Wirkung des Kochsalzes. Im Jahr 1846 lieferten in Kuhlmann's Versuchen 200 Kilogrm. schwefelsaures Ammoniak einen Mehrertrag von 2533 Kilogrm. Heu; eine gleiche Menge schwefelsaures Ammoniak gab mit Zusatz von 133 Kilogrm. Kochsalz einen Mehrertrag von 3173 Kilogrm. Heu, mithin 640 Kilogrm. Heu mehr, als das schwefelsaure Ammoniak für sich geliefert hatte.

Man könnte hier denken, daß der Mangel einer Chlorverbindung, welche die Wiesenpflanzen in nicht geringer Menge enthalten, der Grund des höheren Ertrags gewesen sei; allein in zwei anderen, in den Jahren 1845 und 1846 von Kuhlmann angestellten Versuchen mit Salmiak allein und mit Salmiak und Kochsalz zeigte sich ein gleich großer Unterschied. Das Wiesenstück, welches mit 200 Kilogrm. Salmiak gedüngt worden, gab in den beiden Jahren 3700 Kilogrm. per Hectare mehr

Heu als ein gleich großes ungedüngtes, und es wurden auf einem anderen, welches mit 200 Kilogrm. Salmiak und 200 Kilogrm. Kochsalz gedüngt worden war, 5687 Kilogrm., mithin durch das Kochsalz mehr 1987 Kilogrm. Heu, oder die Hälfte mehr als durch den Salmiak allein geerntet. 200 Kilogrm. Kochsalz ohne Salmiak lieferten einen Mehrertrag von 1606 Kilogrm. Heu; der Unterschied zwischen beiden Zahlen (1987 Kilogrm. und 1606 Kilogrm.) ist nicht groß genug, um die Meinung auszuschließen, daß die beiden Salze, der Salmiak und das Kochsalz, jedes für sich gewirkt hat, gerade so, wie wenn das andere nicht dabei gewesen wäre, oder was das nämliche ist, jedem Salz käme eine besondere Wirkung zu.

Von Seiten des Generalcomités des landwirthschaftlichen Vereins in Bayern wurden in der Gemarkung Bogenhausen, in der Nähe von München, im Sommer 1857 eine Reihe von Düngungsversuchen mit Ammoniaksalzen und gleichzeitig mit Kochsalz auf Sommergerste angestellt.

In diesen Versuchen wurden von 18 Stücken, ein jedes von 1914 Quadratfuß Fläche, eines völlig ausgetragenen Feldes, welches drei Jahre vorher in gewöhnlicher Stallmistdüngung Roggen, dann zweimal Hafer getragen hatte, vier Stücke mit Ammoniaksalzen gedüngt, ein Stück blieb ungedüngt; vier andere Stücke empfingen die nämliche Quantität Ammoniaksalze und gleichzeitig ein jedes 3080 Grm. Kochsalz ($5\frac{1}{2}$ bis 6 Pfund). Alle Stücke empfingen in den Ammoniaksalzen eine gleiche Menge Stickstoff.

Als Ausgangspunkt zur Ermittelung der Menge der anzuwendenden Dungmittel wurde angenommen, daß 336 Pfund Guano (zu 500 Grm.) per Tagewerk (400 Pfund per 1 englische Acre) einer vollen Stallmistdüngung entsprechen, wonach auf die erwähnte Fläche 20 Pfund Guano sich berechnen. Eine gute Sorte Guano wurde für diesen Zweck gewählt und vorher der Analyse unterworfen und darin 14,53 Wasser, 52,10 organische Stoffe, wovon 15,39 Ammoniak, und 33,38 Asche gefunden. Zwanzig Pfunde dieses Guano enthielten demnach 3,07 Pfund Ammoniak. In den angewendeten Ammoniaksalzen ergab die Analyse in

| | | | |
|---|---|---|---|
| dem | kohlensauren Ammoniak | 29,84 pC. | Ammoniak |
| | phosphorsauren „ | 21,96 „ | „ |
| | salpetersauren „ | 19,11 „ | „ |

und es wurden diesem Gehalt entsprechend von den acht gedachten Stücken zwei (I und V) mit $10\frac{1}{2}$ Pfund (bayrisch = 560 Grm.) kohlensaurem Ammoniak, zwei (II und VI) mit $7\frac{1}{2}$ Pfund salpetersaurem Ammoniak, zwei (III und VII) mit 12 Pfund phosphorsaurem Ammoniak gedüngt, zwei (IV und VIII) empfingen jedes 12 Pfund krystallisirtes schwefelsaures Ammoniak; ein anderes 20 Pfund von dem analysirten Guano; die Stücke V, VI, VII, VIII empfingen gleichzeitig ein jedes 3080 Grm. Kochsalz. Da diese Versuche nicht blos in Beziehung auf die Wirkung, welche dem Kochsalz zugeschrieben werden muß, Interesse darbieten, so will ich sie hier vollständig mittheilen.

Ernteerträge der vier mit Ammoniaksalzen allein gedüngten Stücke in Gerstenkorn und Stroh in Grammen:

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| das ungedüngte Stück lieferte | | 6825 | Grm. | Körner u. | 18375 | Stroh |
| das Stück | I | 6335 | = | = = | 16205 | = |
| = = | II | 8470 | = | = = | 16730 | = |
| = = | III | 7280 | = | = = | 17920 | = |
| = = | IV | 6912 | = | = = | 18287 | = |

Ernteerträge der vier mit Ammoniaksalzen und Kochsalz gedüngten Stücke in Gerstenkorn und Stroh:

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Stück | V | 14550 | Grm. | Körner u. | 27020 | Stroh |
| = | VI | 16510 | = | = = | 36645 | = |
| = | VII | 9887 | = | = = | 24832 | = |
| = | VIII | 11130 | = | = = | 27969 | = |

Mehrertrag der mit Kochsalz gedüngten Stücke V bis VIII über die mit Ammoniaksalzen gedüngten I bis IV:

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Stück | V | 8255 | Grm. | Körner u. | 10815 | Stroh |
| = | VI | 7770 | = | = = | 19915 | = |
| = | VII | 2607 | = | = = | 6912 | = |
| = | VIII | 4218 | = | = = | 9782 | = |

In der praktischen Landwirthschaft hat man bei Anstellung von Düngungsversuchen gewöhnlich nur einen Zweck, die Erhöhung der Erträge, vor Augen; wenn derselbe erreicht worden ist, so heißen die Versuche gelungene Versuche. In diesem Sinne sind die beschriebenen Versuche, die mit und ohne Kochsalz, mißlungene Versuche, denn die gewonnenen Erträge erreichen kaum den Mittelertrag per Tagewerk; allein sie sind nicht in der Absicht angestellt, um einen Ertrag über den Mittelertrag zu gewinnen, sondern um die Wirkung der Ammoniaksalze für sich und mit Beigabe von Kochsalz zu erforschen, und in dieser Beziehung ist ihre Uebereinstimmung groß genug, um über die physiologische Bedeutung des Kochsalzes auf den Bogenhäuser Feldern jeden Zweifel zu verbannen; in allen Fällen wurden durch die Beigabe des Kochsalzes die Erträge erhöht, das kohlensaure Ammoniak mit Kochsalz lieferte den doppelten Körnerertrag, beim salpetersauren Ammoniak mit Kochsalz nahm derselbe um 90 Procent, der Strohertrag um 120 Proc. zu.

Da die Mischung von salpetersaurem Ammoniak und Kochsalz die Elemente enthält von salpetersaurem Natron, so erscheint ein Gegenversuch mit salpetersaurem Natron, welcher gleichzeitig auf einem gleich großen Stücke desselben Feldes angestellt wurde, von besonderem Interesse. Die damit (mit 16 Pfund) gedüngte Parzelle lieferte nämlich 12320 Grm. Körner und 32480 Grm. Stroh, bei Zusatz von 5½ Pfund Kochsalz 17920 Grm. Körner und 35780 Grm. Stroh. Das Kochsalz hatte demnach auch die Wirkung des Chilisalpeters verstärkt, und eine Mischung von beiden Salzen gab einen noch etwas höhern Ertrag an Körnern, als eine Mischung von Kochsalz mit salpetersaurem Ammoniak, worin sich die gleiche Menge Stickstoff befand. Der Versuch mit Guano (20 Pfund) lieferte von einem gleich großen Stück Feld 17200 Grm. Körner und 33320 Grm. Stroh.

Es ist ganz sicher, daß an der Wirkung des Guano, der nach dem Chilisalpeter den höchsten Ertrag geliefert hat, das darin enthaltene

Ammoniak einen ganz bestimmten Antheil hatte, allein im Gegensatz zu dessen Wirkung zeigen die Versuche mit kohlensaurem Ammoniak und salpetersaurem Ammoniak, daß eine, der in 20 Pfund Guano enthaltenen, gleiche Menge Ammoniak oder Stickstoff unter gleichen Verhältnissen so gut wie wirkungslos ist.

Ich will nicht weiter auf die Folgerungen eingehen, die sich an diese Düngungsversuche mit Ammoniaksalzen knüpfen, um nicht die wichtigste Thatsache, die daraus hervorgeht, in ihrer Bedeutung zu schwächen, daß nämlich das Kochsalz in der That eine günstige Wirkung auf die Entwickelung eines Halmgewächses, auf die Vermehrung seiner Masse an Pflanzensubstanz besitzt.

Diese Thatsache ist für den Landwirth nicht neu, aber in einer Menge von Fällen, in welchen das Kochsalz als Beigabe zu Düngmitteln als nützlich sich erwiesen hat, tritt seine Wirkung nicht klar und entschieden genug hervor, und es ist eine Regel in der Naturforschung, daß eine Thatsache zunächst unzweifelhaft festgestellt sein muß, ehe man ihre Erklärung versuchen darf.

Die Wirkung des Kochsalzes ist offenbar sehr ähnlich der Wirkung der Ammoniaksalze und des salpetersauren Natrons, aber wenn man die der Ammoniaksalze und des salpetersauren Natrons aus ihrem Stickstoffgehalt erklärt, weil Ammoniak und Salpetersäure unzweifelhaft Nahrungsstoffe sind, so ist diese Erklärung für das Kochsalz nicht zulässig, denn weder das Chlor noch das Kochsalz machen Bestandtheile eines Pflanzengebildes aus, und man kann darum nicht behaupten, daß einer dieser Bestandtheile nothwendig sei, obwohl sie häufig als Aschenbestandtheile angetroffen werden.

Die in jüngster Zeit gemachten Beobachtungen über das Verhalten der Ackerkrume gegen die Nahrungsmittel der Gewächse zeigen, wie wenig gründliche Kenntnisse wir besitzen über ihre Ernährungsweise und über die Rolle, welche der Boden durch seine physikalische Beschaffenheit dabei übernimmt, und das Verhalten der Ammoniaksalze, des Chlornatriums und des salpetersauren Natrons gegen die phosphorsauren Erdsalze in der Ackerkrume dürfte vielleicht einige Anhaltspunkte abgeben, um über die Wirkung derselben oder über eine ihrer Wirkungen auf den Pflanzenwuchs Licht zu verbreiten.

Das schwefelsaure Ammoniak, so wie andere lösliche Ammoniaksalze besitzen das Vermögen, die phosphorsauren Erdsalze in Wasser löslich zu machen, ähnlich wie dies durch Wasser geschieht, welches eine gewisse Quantität Kohlensäure enthält.

Wir kennen keinen anderen Weg, durch welchen die phosphorsauren Erdsalze in der Ackerkrume verbreitet werden, als wie durch die Vermittelung des kohlensauren Wassers; und wenn es wahr ist, daß eine der vorzüglichsten Wirkungen des Humus oder der verwesenden Pflanzenstoffe im Boden oder im Miste darauf beruht, daß sie Kohlensäurequellen darstellen, welche die Luft in der Ackerkrume und das sie benetzende Regenwasser an Kohlensäure bereichern — wenn es wahr ist, daß dieses kohlensaure Wasser die phosphorsauren Erdsalze löslich macht

und indem sich eine solche Lösung in der Erde verbreitet, auch diese Erdsalze im Boden verbreitet, so ist nicht zu bezweifeln, da die Ammoniaksalze diese nämliche Eigenschaft besitzen, daß sie in dieser Wirkung die organischen Materien zu ersetzen vermögen, und ihnen ein gleichgünstiger Einfluß auf den Pflanzenwuchs dadurch zukommt.

Die nämliche Eigenschaft besitzen aber unter den Natronsalzen der Chilisalpeter und das Kochsalz. Es ist neuerdings gezeigt worden, daß das salpetersaure Natron und das Kochsalz auch in den verdünntesten Lösungen die Eigenschaft, phosphorsaure Erdsalze aufzulösen, in sehr bemerkenswerthem Grade besitzen, und daß sonach diesen Salzen ein ähnlicher Antheil an dem Ernährungsproceß der Pflanzen zukommen muß, den wir dem kohlensauren Wasser (dem Humus) und den Ammoniaksalzen zuschreiben.

Directe Versuche haben ergeben, daß 100 Kilogrm. schwefelsaures Ammoniak, aufgelöst in 45000 Liter Wasser, mit zweibasisch-phosphorsaurem Kalk (wie derselbe in den mit Schwefelsäure aufgeschlossenen Knochen enthalten ist) in Berührung 3600 Grm. dieses phosphorsauren Kalkes aufzulösen vermögen (oder 100 Pfund schwefelsaures Ammoniak in 4500 Gallons Wasser lösen beinahe 4 Pfund phosphorsauren Kalk auf). In gleicher Weise lösen 100 Pfund Kochsalz gelöst in 50000 Liter Wasser 3300 Grm. und 100 Ko. salpetersaures Natron in 33400 Liter Wasser 2630 Grm. zweibasisch-phosphorsauren Kalk.

Die Löslichkeit des dreibasisch-phosphorsauren Kalkes in diesen Flüssigkeiten ist viel geringer.

100 Kilogramm

| | schwefelsaures Ammoniak | Kochsalz | salpetersaures Natron |
|---|---|---|---|
| gelöst in | 54000 | 50000 | 33300 Liter Wasser |
| lösen drei basisch-phosphors. Kalk | 3400 Grm. | 1500 Grm. | 1200 Grm. |

In dem Samen der Getreidearten, namentlich des Weizens, ist phosphorsaurer Kalk und phosphorsaure Bittererde, letztere in überwiegend großer Menge enthalten. In manchen Weizensorten ist die Menge der phosphorsauren Bittererde viermal, oft zehnmal größer als die des phosphorsauren Kalkes; in einem ähnlichen Verhältniß ist in den Samen des Roggens, Hafers, der Gerste die Menge des Bittererdesalzes überwiegend größer als die des phosphorsauren Kalkes. Verhältnisse so beständiger Art können in der Cultur dieser Gewächse nicht unbeachtet bleiben; und es erscheint darum das Verhalten der obengenannten Salze gegen phosphorsaure Bitterde und phosphorsaures Bittererde-Ammoniak von besonderem Interesse.

100 Kilogramm

| | salpetersaures Natron | Kochsalz |
|---|---|---|
| gelöst in | 33300 Ko. | 50000 Ko. Wasser, |
| lösen phosphorsaure Bittererde | 2160 Grm. | 3790 Grm. |

Die Löslichkeit des phosphorsauren Bittererde-Ammoniaks in den genannten Salzlösungen ist besonders groß:

| | 100 Kilogramm | | |
|---|---|---|---|
| | schwefelsaures Ammoniak | Kochsalz | salpetersaures Natron |
| aufgelöst in | 33300 | 50000 | 33300 Liter Wasser, |
| lösen phosphors. | | | |
| Bittererde-Am. | 4113 | 6170 | 4655 Grm. |

Die Menge von phosphorsauren Erdsalzen, die von den erwähnten Salzlösungen aufgenommen wird, steigt nicht proportional mit dem Salzgehalt der Flüssigkeit; es scheint im Gegentheil sich in Verhältniß mehr darin aufzulösen, je verdünnter die Flüssigkeit ist*).

Diese Thatsachen stellen fest, daß Wasser, welches eine sehr geringe Menge Kochsalz, salpetersaures Natron oder ein Ammoniaksalz enthält, hierdurch das Vermögen empfängt, die Phosphorsäure in der Form der phosphorsauren Erdsalze in Lösung übergehen zu machen, eine Fähigkeit, die es für sich nicht, oder in weit geringerem Grade besitzt, und daß also diese schwachen Salzlösungen sich gegen die phosphorsauren Erdsalze verhalten wie Auflösungen von Kohlensäure in Wasser, und es entsprechen z. B. 100 Ko. schwefelsaures Ammoniak in Beziehung auf das Lösungsvermögen der Auflösung dieses Salzes für phosphorsauren Kalk der Wirkung, welche 4720 Liter Kohlensäure im Wasser gelöst auf dasselbe ausüben, und 100 Ko. Kochsalz lösen so viel phosphorsaures Bittererde-Ammoniak auf, als die wässerige Lösung von 3456 Liter Kohlensäure.

Directe Versuche zeigen, daß eine sehr verdünnte Lösung der genannten Salze mit einer Erde in Berührung, welche **überschüssige** phosphorsaure Erden enthält, Phosphorsäure daraus aufnimmt, und wenn diese Lösung mit einer andern Portion der nämlichen Erde zusammenkommt, welche **nicht** mit Phosphorsäure gesättigt ist, so giebt sie an diese die aufgenommene Phosphorsäure wieder ab.

Wenn wir das Verhalten der Ammoniaksalze, des Natronsalpeters und des Kochsalzes zur Ackererde einer genaueren Betrachtung unterwerfen, so ergiebt sich, daß keines dieser Salze in der Form wirkt, in welcher es dem Boden gegeben worden ist.

Die Ammoniaksalze werden von der Ackerkrume zersetzt, das Ammoniak wird von der Erde zurückgehalten, während die Säure des Ammoniaksalzes eine Verbindung mit Kalk, Bittererde, mit Alkalien, kurz mit irgend einem basischen Stoffe eingeht, der sich in nächster Berührung damit befindet und die Fähigkeit hat, eine Verbindung damit einzugehen.

Die Wirkung dieser Salze ist demnach zweierlei Art; einestheils

---

| *) 1000 CC. Flüssigkeit enthaltend | lösen $PO_5$, 2 MgO, $NH_4O$ | auf 1 Grm. Salz |
|---|---|---|
| 2,2 Grm. $NH_4O$, $SO_3$ | 76,7 Milligrm. | 34,9 Milligrm. |
| 3 „ „ „ | 113,0 „ | 37,6 „ |
| 10 „ „ „ | 147,0 „ | 14,7 „ |

Temperatur 14°.

wirken sie, in so fern die Ackerkrume an Ammoniak reicher wird, anderntheils durch die neue Verbindung, welche die Säure des Ammoniaksalzes gebildet hat. Die mit der Säure in Verbindung tretenden Alkalien und alkalischen Erden empfangen dadurch einen höheren Grad von Löslichkeit und Vertheilbarkeit im Boden. War der Boden reich an Bittererde oder Kalk, so werden sich Salze dieser Basen bilden, allein der Einfluß derselben kann mit Ausnahme des Gypses für gewisse Pflanzen nicht hoch angeschlagen werden; durch Salmiak anstatt des schwefelsauren Ammoniaks entstehen Chlormagnesium und Chlorcalcium, welche eher eine schädliche als nützliche Wirkung auf die Vegetation äußern. Daß sich Salze dieser Basen durch Zusammenbringen der Ackererde mit Ammoniaksalzen bilden und daß dieselben keinen besonders günstigen Einfluß auf die Erträge äußern können, dies sind Thatsachen, welche nicht bezweifelt werden können.

Wenn aber Theile der Ackerkrume, welche mit den Lösungen der Ammoniaksalze in Berührung kommen, an einzelnen Stellen phosphorsauren Kalk oder phosphorsaure Bittererde in Gestalt von groben Körnern, Knochenerde oder Knochenmehl enthalten, so wird sich eine Lösung dieser phosphorsauren Erdsalze bilden, die sich im Boden verbreitet.

Die Kalisalze verhalten sich in der Ackererde in Beziehung auf die Raschheit ihrer Zersetzung ähnlich wie die Ammoniaksalze, allein ganz verschieden von diesen ist das Verhalten der Natronsalze.

Von einer Lösung von salpetersaurem Natron (enthaltend 1/5 Procent Salz), welche durch ein gleiches Volum Ackererde (Bogenhauser Lehmerde) langsam hindurchsickerte, geht die Hälfte des Salzes unabsorbirt hindurch, während die andere Hälfte desselben sich in salpetersauren Kalk und salpetersaure Bittererde umsetzt. Von Chlornatrium bleiben unter gleichen Umständen 3/4 des Salzes unzersetzt.

Wenn demnach ein Feld mit salpetersaurem Natron oder Kochsalz gedüngt wird und sich durch das Regenwasser eine verdünnte Lösung dieser Salze bildet, die den Boden durchdringt, so bleibt ein großer Theil dieser Salze unverändert im Boden, und sie müssen jetzt im feuchten Erdreich eine an sich schwache, aber durch ihre Dauer mächtige Wirkung ausüben.

Aehnlich wie die Ammoniaksalze, oder wie die durch Verwesung der organischen Bestandtheile des Mistes entstehende und im Wasser sich lösende Kohlensäure, müssen diese Salzlösungen sich mit phosphorsauren Erdsalzen an allen Stellen, wo diese angehäuft oder ungebunden von der Ackerkrume vorhanden sind, sättigen, und diese Phosphate werden dadurch in den Zustand versetzt, in dem sie sich im Boden verbreiten können. Wenn die gelöst sich verbreitenden phosphorsauren Erdsalze mit anderen Stellen der Ackererde in Berührung kommen, welche nicht damit gesättigt sind, so nehmen diese die phosphorsauren Erdsalze auf und das Kochsalz oder das salpetersaure Natron behalten zum zweiten oder fortgesetzten Male das Vermögen, die nämliche auflösende und verbreitende Wirkung auszuüben, bis sie gänzlich in Kalk- und Bittererdesalze sich umgesetzt haben.

Wenn man den günstigen Einfluß der vergrößerten Löslichkeit und Verbreitbarkeit der Knochenerde im Boden durch ihre Aufschließung mit Schwefelsäure in Betrachtung zieht, so kann die Bedeutung der oben erwähnten Eigenschaft der Ammoniaksalze, des Kochsalzes und des Chilisalpeters nicht hoch genug angeschlagen werden.

Die stärkste Düngung mit phosphorsauren Erden in grobem Pulver kann in ihrer Wirkung kaum verglichen werden mit der einer weit kleineren Menge in einem unendlichen Zustande der Zertheilung, welche bewirkt, daß ein Theilchen derselben sich in allen Theilen der Ackerkrume befindet. Eine einzelne Wurzelfaser bedarf von dem Orte aus, wo sie den Boden berührt, unendlich wenig an Nahrung, aber zu ihrer Function und zu ihrem Bestehen gehört, daß dieses Minimum gerade an dieser Stelle vorhanden ist; denn wenn sich die Nahrungsmittel im Wasser nicht lösen, so ist ein Ueberschuß an jeder anderen Stelle für ihre ernährende Function nicht vorhanden. Die genannten Salze besitzen nun die Eigenschaft, diese Pflanzennahrungsmittel von dem Orte aus, wo sich ein Ueberfluß befindet, nach den Stellen hin, wo daran Mangel ist, zu verbreiten, und auch wenn sie durch ihre Elemente keinen Theil an dem Ernährungsprocesse nehmen, so müssen sie dennoch einen bemerklichen Einfluß auf die Steigerung der Erträge ausüben.

Wenn das schwefelsaure Ammoniak, der Chilisalpeter, sich vollständig in Kalk- und Magnesiaverbindungen, das Kochsalz in Chlorcalcium und Chlormagnesium sich umgesetzt haben, so hört diese Wirkung völlig auf; es ist alsdann eine wiederholte Gabe dieser Salze nöthig, um die Wirkung zum zweiten Male hervorzubringen.

Wenn die Wirkung der Ammoniaksalze auf dem Ammoniak beruht, so ist es kaum zu begreifen, warum nach starken Düngungen mit diesen Salzen der Theil, der im ersten Jahre nicht gewirkt hat, im zweiten nicht wirken sollte, da der Theil, welcher nicht wirkte, in derselben Form im Boden der Pflanze dargeboten wird, als der Theil, welcher gewirkt hatte.

Das schwefelsaure Ammoniak wirkt auf kieselsaure Alkalien auf eine ähnliche Weise, wie gegen phosphorsaure Erdsalze; wenn man dieses Salz in sehr verdünnter Lösung mit einer Ackererde in Berührung bringt, welche mit kieselsaurem Kali gesättigt ist und die an Wasser keine Spur von Kali abgiebt, so löst sich augenblicklich durch das Ammoniaksalz eine gewisse Menge durch die gewöhnlichen Reagentien nachweisbares Kali auf.

Es ist klar, daß der Landwirth durch die geeignete Anwendung der chemischen Actionen des Kochsalzes, Chilisalpeters und der Ammoniaksalze die mechanische Arbeit des Pfluges und die Wirkung der Atmosphäre in der Brache ersetzt und vertritt.

Man würde einen Fehler begehen, wenn man den Schluß ziehen wollte, daß der gleichen Eigenschaft gemäß das Kochsalz die nämliche Wirkung haben müsse, als eine entsprechende Quantität salpetersaures Natron, denn wenn wir uns denken, was in der Regel statt haben wird, daß beide Salze sich in Kalkverbindungen, das Kochsalz in Chlor-

calcium, der Chilisalpeter in salpetersauren Kalk umsetzen, so wissen wir aus Kuhlmann's Versuchen, daß das Chlorcalcium für sich auf das Wachsthum der verschiedenen Pflanzengattungen auf einer Wiese absolut wirkungslos oder eher schädlich ist, während der salpetersaure Kalk den Ertrag an Heu merklich steigert; dem salpetersauren Natron kommen mithin zwei günstige Wirkungen, dem Kochsalz nur eine zu, und während die Landpflanzen beträchtliche Mengen von salpetersauren Salzen im Boden vertragen, wirken Chlorverbindungen über eine gewisse sehr enge Grenze hinaus entschieden schädlich.

Alle Stoffe bezeichnen wir als Düngstoffe, wenn sie, auf das Feld gebracht, dessen Erträge an Pflanzenmasse erhöhen, ohne zu wissen, ob nicht manche einfach dadurch wirken, daß sie die vorhandene Nahrung aufnahmsfähiger für die Pflanzen machen und zur Ernährung vorbereiten.

Die einfache Thatsache ihres günstigen Einflusses auf die Vegetation ist noch kein Beweis, daß sie als Nahrungsstoffe gewirkt haben. Wir vergleichen die Arbeit, welche der Pflug verrichtet, mit dem Zerkleinern der Speisen, wofür die Natur den Thieren eigene Werkzeuge gegeben hat, und wie aus den beschriebenen Versuchen hervorgeht, übernehmen manche Stoffe, wie Kochsalz, salpetersaures Natron und Ammoniaksalze, neben den Wirkungen, welche ihren Elementen zukommen, eine besondere, dem verdauenden Magen zu vergleichende Rolle, in welcher sie sich theilweise vertreten können, und in so fern sie die im Boden vorhandenen Nahrungsstoffe für die Ernährung vorbereiten und aufnahmsfähiger machen, müssen sie auf das Wachsthum der Pflanze oder auf ihre Zunahme an Masse einen fördernden Einfluß ausüben.

Es erklärt sich hieraus, warum diese Salze nur auf gewissen Bodenarten eine dem Pflanzenwuchs günstige Wirkung äußern, und warum bei einer zweiten und dritten Düngung die Wirkung nicht oder nur theilweise wiederkehrt.

Ein Landwirth, welcher Felder besitzt, die an phosphorsauren Salzen keinen Mangel haben, in denen sie aber ungleich verbreitet im Boden sich befinden, würde unzweifelhaft, alle übrigen Verhältnisse gleich gesetzt, die Wirksamkeit dieser Phosphate erhöhen und damit die Erträge des Feldes zu steigern vermögen, wenn er ein Mittel besäße, die basischen Phosphate theilweise aus dem Boden herauszuziehen und demselben als Superphosphate wiederzugeben. Dieses Mittel wendet der praktische Landwirth thatsächlich an, wenn er seine Felder mit Chilisalpeter, mit Ammoniaksalzen oder Kochsalz düngt.

# Einundvierzigster Brief.

Die Ackerkrume enthält eine gewisse Menge Stickstoff in der Form von Ammoniak und von Stickstoffverbindungen, welche von Pflanzen und Thieren stammen.

Die Beobachtungen von Thompson und Huxtable und insbesondere die werthvollen Arbeiten von Th. Way haben die Thatsache festgestellt, daß das im Regen und Dünger zugeführte kohlensaure Ammoniak oder das Ammoniak in Ammoniaksalzen von der Ackerkrume aufgesaugt und festgebunden wird, so daß freies Ammoniak darin nicht vorhanden sein kann, und da weder reines, noch mit Kohlensäure gesättigtes Wasser das gebundene Ammoniak der Erde entziehen, so ist es selbstverständlich, daß es in der Ernährung der Gewächse von den Wurzeln derselben unmittelbar der Ackerkrume entzogen wird.

Wenn man sich nun denkt, daß die Gewächse allen Stickstoff, den sie für ihre Entwickelung brauchen, nicht aus der Luft, sondern durch den Boden empfingen, so ist es einleuchtend, daß jeder Theil des Bodens die für ihre Lebenszwecke erforderliche Menge Ammoniak oder Stickstoff enthalten müßte; enthielten diese Theile weniger davon, als die Wurzeln aufzunehmen vermögen und die Pflanze sich aneignen kann, so würde sie nicht das Maximum ihrer Entwickelung erreichen; sie würde, auch wenn die anderen Bedingungen zur Körnerbildung vorhanden sind, weniger oder dem Gewicht nach leichtere Körner bilden.

Die Ertragsfähigkeit eines Feldes, in so weit sie von dem Stickstoff bedingt ist, würde im Verhältniß stehen zu der Summe des im Boden vorhandenen Stickstoffs und zu dem Theile dieser Summe, der in jedem Theile des Querschnitts des Bodens abwärts vorhanden ist. An dem Orte, wo die Wurzelfasern keinen Stickstoff vorfinden, würden sie auch keinen aufnehmen können.

Von zwei Feldern, deren Ackerkrume von der Oberfläche abwärts die gleiche Menge Stickstoff enthält, werden, die andern Bedingungen des Wachsthums als gegeben betrachtet, zwei Pflanzen eine ungleiche Menge Stickstoff empfangen, wenn ihre auffaugende Wurzeloberfläche ungleich ist. Die eine Pflanze mit doppelter Wurzeloberfläche wird doppelt so viel Stickstoff aufnehmen, als eine andere mit einfacher Wurzeloberfläche. Dieses Verhältniß findet statt für alle im Boden vorhandenen Nahrungsstoffe.

Auf einem Felde, welches nur halb so viel Nahrungsstoffe enthält als ein zweites, wird eine Pflanze mit doppelter Wurzeloberfläche eben so viel Nahrung empfangen, als auf diesem zweiten eine Pflanze mit einfacher Wurzeloberfläche aufnimmt.

Diese Sätze sind selbstverständlich und es erklärt sich hieraus in vielen Fällen eine der Hauptwirkungen des Düngers auf unseren Feldern, in so fern eine Anhäufung der Nahrung in der oberen Kruste des Feldes die Pflanzen befähigt, während der ersten Zeit ihrer Entwickelung die zehnfache, vielleicht hundertfache Anzahl von auffaugenden Wurzelfasern zu treiben, die sie sonst getrieben haben würden, und ihr späteres Wachsthum wird im Verhältniß stehen zu der gewonnenen größeren Wurzeloberfläche, durch die sie jetzt die sparsam in den tieferen Schichten des Feldes vorhandenen Nahrungsstoffe aufzusuchen und sich anzueignen vermögen.

Ueber die Anzahl der Wurzelfasern der Culturgewächse und ihre auffaugende Oberfläche entbehren wir bis jetzt aller Untersuchungen, und es ist deshalb nicht möglich mit einiger Bestimmtheit festzusetzen, wie viel Ammoniak in jedem Theile des Querschnitts des Bodens enthalten sein müßte, um den verschiedenen Pflanzen ihren vollen Bedarf an Stickstoff abgeben zu können.

Wenn wir nun auf die Betrachtungen im nächsten Briefe gestützt annehmen, daß ein Feld auf jeden Quadratmillimeter seines Querschnittes ½ Milligramm Ammoniak enthalten müsse, um an die Wurzeln einer Weizenpflanze allen Stickstoff abgeben zu können, den diese für ihr volles Wachsthum im Ganzen bedarf, so müßte ein Hectar Feld abwärts, soweit die Hauptwurzeln reichen, 10,000 Pfund Ammoniak oder 0,12 bis 0,13 Procent Ammoniak enthalten.

Vergleicht man damit den Ammoniak- oder Stickstoffgehalt der Ackererden aus verschiedenen Ländern, so weit derselbe durch zahlreiche Analysen festgestellt worden ist, so ergiebt sich, daß bei weitem die Mehrzahl unserer Culturfelder schon auf 10 Zoll Tiefe nicht allein diese Quantität, sondern weit mehr davon enthält.

Und da unzweifelhaft die Culturpflanzen durch die Blätter im Regen und Thau so wie aus der Luft eben so viel stickstoffhaltige Nahrung in der Form von Ammoniak und Salpetersäure zugeführt erhalten und aufnehmen, als wie die wildwachsenden Pflanzen, welche durch die Hand des Menschen keinen stickstoffhaltigen Dünger empfangen, so sieht man ein, daß der Landwirth nur selten in die Lage kommen kann, den Grund des geringen Gedeihens seiner Früchte in einem Mangel an Ammoniak oder stickstoffhaltiger Nahrung allein zu suchen, und daß er zunächst, um seine Erträge zu verbessern, gewisse andere Bedingungen in's Auge fassen muß.

Die Bekanntschaft mit der in einem Boden enthaltenen Ammoniak- oder Stickstoffmenge reicht demnach nicht aus, um die Fruchtbarkeit oder Ertragsfähigkeit eines Feldes zu beurtheilen, und wenn auch durch Zufuhr von Ammoniak manche Felder eine bessere Ernte liefern, so wird auf der größten Mehrzahl anderer auch die stärkste Zufuhr von diesem

Nahrungsstoffe ohne Wirkung bleiben, weil der Stickstoff wohl dabei sein muß und Antheil nimmt an der Erzeugung der Pflanzenmasse, aber für sich keine Wirkung hat, wenn die Bedingungen mangeln, die ihn wirksam machen.

Die im Jahr 1843 von Schattenmann im Elsaß angestellten Versuche sind in dieser Beziehung sehr lehrreich: seine mit Ammoniksalzen gedüngten Weizenfelder gaben einen geringeren Ertrag an Korn als ein Stück von demselben Feld, welches mit diesen Salzen nicht gedüngt worden war; und in gleicher Weise zeigen die Versuche des General-Comité's des landwirthschaftlichen Vereins in Bayern im Jahre 1857 (siehe S. 403), daß bei der Düngung eines Feldes mit kohlensaurem Ammoniak die Erträge an Gerstenkorn und Stroh eher ab- als zunahmen, und daß das schwefelsaure, phosphorsaure und salpetersaure Ammoniak den Ertrag nur um wenige Procente erhöhte; auf demselben Felde gab eine Quantität Guano, worin die nämliche Ammoniakmenge sich befand, einen dreimal höheren Ertrag an Korn und den doppelten Ertrag an Stroh als das ungedüngte Stück.

Es ist einleuchtend, daß die nächste Ursache der so gesteigerten Wirkung des Guano in dem eben erwähnten Felde in den Materien gesucht werden muß, welche das Ammoniak in dem Guano begleiteten, denn wie bemerkt, die nämliche Menge Ammoniak, welche der Guano enthielt, brachte auf demselben Felde, in demselben Jahre und auf dieselbe Fruchtgattung angewendet, keine oder kaum bemerkenswerthe Wirkung hervor.

Es ist klar, daß ein Feld, welches die das Ammoniak im Guano begleitenden Stoffe in reichlicher Menge bereits enthält oder dem man sie vorher gegeben hat, durch darauf folgende Düngung mit Ammoniaksalzen gleich hohe Erträge wie der Guano selbst geliefert hätte und höhere als es ohne die Mitwirkung des Ammoniaks geliefert haben würde; allein es wäre ein falscher Schluß in einem solchen Fall den höheren Ertrag der Wirkung des Ammoniaks allein zuzuschreiben, weil in den Jahren der höheren Erträge nur Ammoniaksalze allein mit Ausschluß aller anderen Düngmittel gegeben worden waren.

Die von J. B. Lawes in den Jahren 1844 bis 1855 angestellten Versuche geben thatsächliche Beweise für diese Ansicht ab; er düngte ein Weizenfeld mit saurem phosphorsaurem Kalk (560 Pfund pr. Acre) und mit kieselsaurem Kali (220 Pfund) und in den darauf folgenden 11 Jahren lediglich mit Ammoniaksalzen (schwefelsaurem Ammoniak und Salmiak) und er erntete auf demselben durchschnittlich die Hälfte mehr Korn und Stroh als ein gleich großes, aber ungedüngtes Stück, welches in denselben Jahren mit Weizen bestellt worden war, hervorgebracht hatte.

Damit in vollkommener Uebereinstimmung sind die Resultate, welche Kuhlmann in den Jahren 1844 bis 1846 durch Düngung seiner Wiesen mit Ammoniaksalzen erhielt.

Auf einer Wiese, die mit Salmiak gedüngt worden war, erhielt er einen Mehrertrag, der auf 100 Theile Salmiak berechnet 645 Theile

Heu betrug, und in demselben Jahr auf einem zweiten Stück, welches ebenfalls Salmiak, aber mit einem Zusatz von phosphorsaurem Kalk empfangen hatte, erntete er auf 100 Theile des angewendeten Salmiaks 1666 Theile Heu, mithin $2\frac{1}{2}$mal mehr als ohne phosphorsauren Kalk.

Die Bedeutung der Beigabe von den fixen Nahrungsstoffen in Beziehung auf die Höhe der Erträge und Dauer der Fruchtbarkeit der Felder dürfte auch dem Befangensten aus einer andern Reihe von Versuchen von Lawes erkennbar werden.

Gleichzeitig mit den bereits erwähnten hatte Lawes ein drittes Feld in zwölf Jahren dreimal mit fixen Bodenbestandtheilen und neunmal mit Ammoniaksalzen gedüngt, im Jahre 1846 blieb es ungedüngt. Dieses Stück hatte also zwei Ammoniakdüngungen weniger und zwei Mineraldüngungen mehr als das zweite Feld empfangen.

Die Erträge der drei Felder waren pro Acre folgende.

| | | Korn und Stroh. |
|---|---|---|
| I. | Das ungedüngte Stück Feld lieferte . . . . . . . | 34,272 Pfund. |
| II. | 1 Jahr Mineraldünger, 11 Jahr Ammoniaksalze . . | 54,408 „ |
| III. | 3 Düngungen mit fixen Mineralsubstanzen, 9 „ „ Ammoniaksalzen . . . | 55,704 „ |

Obwohl das dritte Stück über 700 Pfund Ammoniaksalze per Acre weniger empfangen hatte als das zweite, so hatten dessen Erträge darum nicht ab-, sondern um eine halbe Ernte zugenommen, und es zeigen diese Thatsachen auf eine unzweifelhafte Weise, daß selbst auf einem Boden, welcher so reich an fixen Nahrungsstoffen für die Weizenpflanze gewesen ist, daß er 12 Jahre nach einander ohne alle Düngung jedes Jahr eine mittlere Ernte von 2856 Pfund Korn und Stroh zu liefern vermochte, die stärkste Düngung mit Ammoniaksalzen bei einem unvollkommenen Ersatz der in den Ernten hinweggenommenen Bodenbestandtheile, einen geringeren Ertrag an Korn und Stroh lieferte als bei einem vollkommeneren; sie zeigen ferner, daß die Ammoniaksalze als Düngmittel in eben dem Verhältnisse entbehrlich gemacht wurden als die Zufuhr an fixen Pflanzennahrungsstoffen zunahm: denn auf dem dritten Felde gab die kleinere Ammoniakmenge nicht einen entsprechend niedrigeren, sondern im Ganzen einen höheren Ertrag als die größere auf dem zweiten, welches nur im ersten Jahr mit fixen Bodenbestandtheilen gedüngt worden war.

Die Wirkung der Düngung mit fixen Mineralsubstanzen wird durch die Vergleichung der Erträge seiner Stücke II. und III. in den verschiedenen Jahren in die Augen fallen.

Im Jahre 1850 war das Stück III. mit 300 Pfund kohlensaurem Kali, 200 Pfund kohlensaurem Natron, 100 Pfund Bittersalz, 200 Pfund Knochenerde, 150 Pfund Schwefelsäure zum dritten Male gedüngt worden und hatte in den darauf folgenden 5 Jahren als Dünger nur Ammoniaksalze empfangen.

Das Stück II. war nur einmal (1844) mit saurem phosphorsaurem Kalk und kieselsaurem Kali und in den darauf folgenden 11 Jahren mit Ammoniaksalzen allein gedüngt worden.

Die Erträge dieser Felder vom Jahre 1850 an waren folgende:

| | Ernte in Pfunden Korn und Stroh | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 1851 | 1852 | 1853 | 1854 | 1855 |
| I. Ungedüngtes Stück . . . . . . . | 2710 | 2457 | 1772 | 3496 | 2860 |
| II. 1844 fixe Mineralstoffe, sodann bis 1855 Ammoniaksalze . . . . . | 5036 | 4107 | 2691 | 5808 | 3779 |
| III. 1844, 1848, 1850 Mineralstoffe, sodann bis 1855 Ammoniaksalze . . | 4985 | 4162 | 3578 | 7003 | 5074 |
| oder | | | | | |
| I. . . . . . . . . . . | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 |
| II. . . . . . . . . . . | 1850 | 1630 | 1500 | 1690 | 1520 |
| III. . . . . . . . . . . | 1800 | 1690 | 2010 | 2000 | 1770 |

Wie man bemerkt, lieferte das Feld Nr. III., nachdem es im Jahre 1850 eine starke Mineraldüngung empfangen hatte, in den beiden darauf folgenden Jahren keinen höheren Ertrag als das zweite, welches diesen Ueberschuß an Nahrungsstoffen nicht zugeführt erhielt, und aus diesem Mangel an Wirkung würde der unerfahrene Landwirth leicht zu dem Schluß sich berechtigt geglaubt haben, daß an diesen Stoffen das Feld reich genug und darum ihre Zufuhr überflüssig und ihr Ersatz eine Verschwendung gewesen sei; allein diese mit so viel Beharrlichkeit fortgesetzten Versuche beweisen die Ungründlichkeit eines solchen Schlusses; sie zeigen, daß kein Theilchen derselben wirkungslos gewesen ist, daß sie aber erst dann zur Wirksamkeit kamen, nachdem sie sich im Boden verbreitet hatten; sie zeigen, daß, um wirksam zu sein, diese Mineralstoffe für sich einer viel längeren Zeit bedürfen, als wenn sie in der Form des Stalldüngers gegeben werden, in dessen organischen Bestandtheilen eine Quelle von Kohlensäure und darin das natürliche Lösungs- und Verbreitungsmittel seiner fixen Bestandtheile mitgegeben wird.

Erst im vierten Jahre (1853) war die Wirkung der fixen Nahrungselemente in den gesteigerten Erträgen bemerklich und ihre Nachhaltigkeit zeigte sich in der augenscheinlichsten Weise noch im sechsten.

Während die Ammoniaksalze die Erträge des zweiten Stückes (welches sieben Jahre vorher eine Mineraldüngung empfangen hatte) im Jahre 1853 um die Hälfte des Ertrages des ungedüngten Stückes erhöhten, war der Ertrag des dritten Stückes bei gleicher Ammoniakdüngung doppelt so hoch; im Jahre 1854 überstieg dessen Ertrag den des zweiten Stückes um 31, im Jahre 1855 um 45 Procent.

Es ist nicht wohl möglich für die Ungleichheit der beiden mit Ammoniaksalzen gedüngten Weizenfelder eine andere Ursache aufzufinden, als daß das eine an fixen Nahrungsstoffen für die Weizenpflanze reicher war als das andere, und nichts ist gewisser, als daß die Erträge beider Felder nicht im Verhältnisse zu den zugeführten Ammoniakmengen standen.

Und da die im Jahre 1850 dem dritten Stück einverleibten fixen Nahrungsstoffe als die nächste Ursache der in den Jahren 1853 bis 1855 darauf geernteten höheren Erträge angesehen werden müssen, so kann es wohl nicht bezweifelt werden, daß die im Jahre 1844 dem zweiten Stück gegebenen gleichen Nahrungsmittel (560 Pfund saurer

phosphorsaurer Kalk und 220 Pfund kieselsaures Kali) die nächste Ursache der auf diesem Stück über das ungedüngte Stück geernteten Mehrerträge in den folgenden elf Jahren gewesen sind.

Auf Feldern von so identischer Beschaffenheit wie die Versuchsfelder von Lawes läßt sich nicht denken, daß das dritte Stück höhere Erträge in den Jahren 1853, 1854 und 1855 hätte liefern können als das zweite, wenn die darin vorhandene Summe von wirksamen Bodenbestandtheilen nicht größer als die des zweiten gewesen wäre; und wenn die des zweiten nicht größer als die des ungedüngten Stückes gewesen wäre, so würde auch bei diesem zweiten Stück die Höhe und Dauer der Erträge beeinträchtigt worden sein.

Es folgt daraus von selbst, daß auch die Erträge des ungedüngten Stückes im Verhältniß standen zu der Summe der im Boden vorhandenen wirksamen Bestandtheile; wäre diese Summe kleiner gewesen, so würde sich dieser Mangel in einer Verminderung der Erträge bemerkbar gemacht haben; mit der Vermehrung dieser Bodenbestandtheile auf dem zweiten Felde nahmen dessen Erträge, vermittelt durch die Ammoniaksalze, zu und eine weitere Vermehrung derselben Bestandtheile hatte auf dem dritten Felde eine noch höhere Steigerung der Erträge zur Folge, trotzdem daß dieses dritte Feld weniger Ammoniaksalze empfangen hatte als das zweite.

Es ist hieraus ferner klar, daß die Erträge und Mehrerträge abhängig waren von der Summe der Bodenbestandtheile in den drei Feldern und von dem Theile dieser Summe, welcher durch die Mitwirkung der Ammoniaksalze zur Aufnahme geschickt und geeignet gemacht wurde. Ohne die Zufuhr von fixen Bodenbestandtheilen, welche in Lawes' Versuchen das zweite und dritte Stück empfingen, würden diese Felder nach einer kurzen Anzahl von Jahren in denselben Zustand versetzt worden sein, in dem sich Schattenmann's Felder befanden, auf welchen die Anwendung von Ammoniaksalzen keine Vermehrung des Kornertrags bewirkte. Und wenn durch Zufuhr von Ammoniaksalzen oder Chilisalpeter der Ertrag eines Feldes als Korn und Stroh gesteigert wird, so ist der nächste Grund immer der, daß ein Theil mehr von der Summe der im Felde vorhandenen Bodenbestandtheile übergangsfähig in die Pflanze und darum wirksam geworden ist; ohne diesen Ueberschuß würden die Ammoniaksalze und der Chilisalpeter keine Wirkung gehabt haben.

Ein Feld, welches durch Düngung mit diesen Salzen einen höheren Ertrag ein Jahr oder mehrere Jahre lang geliefert hat, nimmt an Fruchtbarkeit für künftige Ernten ab; denn fruchtbar bleiben könnte es nur dann, wenn die Bedingungen der Fruchtbarkeit sich gleich geblieben wären, so wie es denn auch nur fruchtbarer werden kann, wenn diese Bedingungen vermehrt werden. In den Mehrerträgen der durch Ammoniaksalze oder Chilisalpeter gewonnenen Ernten hat man aber die Bestandtheile des Bodens, die zu Korn und Stroh geworden sind, hinweggenommen und das Feld ist nach der Ernte daran ärmer wie zuvor geworden.

Die Erfahrung zeigt, daß die Erträge der Felder in derselben Gegend sehr ungleich sind, auch wenn sie die nämliche Menge an verwesenden organischen Materien und Stickstoff enthalten. Die eine Wiese liefert doppelt, dreimal mehr Heu als unter denselben äußeren Verhältnissen die gleich große Fläche einer anderen Wiese. Ein Morgen Kleefeld liefert drei, viermal mehr Kleeheu als ein Morgen eines anderen Kleefeldes.

Die Ursachen dieser ungleichen Ertragsfähigkeit sind immer und überall dieselben.

Zwei Feldern von gleicher Oberfläche führt die Atmosphäre eine gleiche Menge Kohlensäure und Ammoniaktheilchen zu, aber auf der Oberfläche des fruchtbareren Feldes wird dennoch zwei, drei, viermal mehr Kohlenstoff und Stickstoff in der Form von Wiesen- oder Kleeheu geerntet als auf dem andern; es ist klar, daß der Grund des Mehrertrags nicht in der Luft, sondern im Boden liegt.

Der fruchtbarere Boden gab an die Pflanze zwei, drei, viermal mehr Bodenbestandtheile für ihre Ernährung ab; es sind mehr Bodenbestandtheile der Menge oder ihrem übergangsfähigen Zustande nach darin vorhanden gewesen.

Wenn wir uns denken, daß die Atmosphäre in einem Jahre zwei ungleich fruchtbaren Kleefeldern oder Wiesen, in denen also das eine eine größere Summe von Bodenbestandtheilen enthält als das andere, die doppelte, drei oder vierfache Menge von Ammoniak zuführe als sie sonst empfangen, und daß der Ertrag derselben hierdurch gesteigert werde, so wird der Mehrertrag der beiden Felder immer ungleich, der des fruchtbareren Feldes wird immer höher als der des minder fruchtbaren und zwar in demselben Verhältnisse höher sein, denn die Bedingungen der Fruchtbarkeit des Bodens sind der Menge nach in beiden Feldern unverändert geblieben.

Die Erhöhung der Erträge eines Feldes durch Zufuhr von Ammoniak oder dessen Salzen setzt nothwendig voraus, daß die Bedingungen der Mehrerträge vorhanden und daß der Zeit nach mehr Bodenbestandtheile aufnehmbar und wirksam geworden sind.

Immer und in allen Fällen stehen die Erträge und ihre Dauer im Verhältniß zu der Summe der im Boden vorhandenen zur Ernährung geeigneten fixen Nahrungsmittel.

Die Höhe der Erträge steht im Verhältniß zur Schnelligkeit der Wirkung der Bodenbestandtheile in der Zeit, d. h. zu dem Theil der Summe, welche jährlich von dem Boden aus in die Pflanze übergeht.

Wenn demnach ein Feld so viel fixe Pflanzennahrungsmittel enthält, daß es ohne allen Ersatz derselben in 100 Jahren 100 mittlere d. h. lohnende Weizenernten liefern kann und nicht mehr, so ist dasselbe nach dieser Zeit vielleicht noch reich genug für ein anderes Gewächs, allein in landwirtschaftlichem Sinne ist es kein Weizenboden mehr.

Wenn wir nun durch eine weiter getriebene mechanische Bearbeitung des Bodens oder durch chemische Mittel wie Chilisalpeter, Kochsalz und Ammoniaksalze die Wirkung der vorhandenen fixen Nahrungsstoffe

beschleunigen, so wird das Feld vielleicht in 50 Jahren eben so viel Korn und Stroh liefern, als es ohne diese Mittel in in 100 Jahren geliefert haben würde, und das Feld würde in der halben Zeit für die Weizencultur erschöpft sein.

Durch Anwendung solcher Mittel erzeugt das Feld im Ganzen nicht mehr, aber in der Zeit mehr.

Wenn der Landwirth die Bedingungen, von welchen die Dauer seiner hohen Ernten abhängt, nicht im Auge behält und sich auf die Wirkung seiner Arbeit und auf die Anwendung von Chilisalpeter, Ammoniaksalzen und Kochsalz verläßt, ohne gleichzeitig für den Ersatz der in den Ernten dem Boden entzogenen Bestandtheile Sorge zu tragen, so speculirt er auf den Reichthum seiner Felder, von dem er Nichts weiß und über dessen Größe ihm Niemand Aufschluß geben kann; er eignet sich im Voraus den Gewinn an, der ihm in späteren Jahren sicherlich zugefallen wäre, und der einzige Unterschied zwischen ihm und dem Actienspeculanten auf Eisenbahnunternehmungen ist in der Regel der, daß ihn oder seine Nachkommen die Strafe für seine thörichten Handlungen unzweifelhaft ereilt, welcher der Actienspeculant zuweilen entgeht, indem er sie Andern zuwendet. Es kann auf manchen Feldern die scheinbar gewinnreiche Anwendung dieser Mittel lange dauern, ehe der Landwirth den Schaden gewahr wird, den er sich durch Vernachlässigung des Ersatzes zufügt; allein je länger seine hohen Ernten gedauert haben, desto näher ist er der Grenze, wo sie ein Ende haben müssen.

# Zweiundvierzigster Brief.

Die Menge der in der Luft enthaltenen Nahrungsstoffe ist, verglichen mit der Luftmasse, sehr gering.

Wenn man alle Kohlensäure- und Ammoniaktheilchen, die in der Luft zerstreut enthalten sind, sich in einer Schicht um die Erde herum gesammelt denkt, so würden diese Gase, wenn sie dieselbe Dichte wie an der Meeresfläche hätten, die Kohlensäure etwas mehr wie acht Fuß, das Ammoniakgas kaum zwei Linien Höhe haben; beide werden von der Pflanze der Luft entzogen und die Atmosphäre wird natürlich ärmer daran.

Wäre die ganze Oberfläche der Erde eine zusammenhängende Wiese, von welcher jährlich auf einem Hectar 100 Centner Heu geerntet werden könnten, so würde in 21 bis 22 Jahren die Atmosphäre aller darin enthaltenen Kohlensäuere durch die Wiesenpflanzen beraubt sein, und alles Leben würde damit ein Ende haben; die Luft würde aufhören für die Pflanzen fruchtbar zu sein, d. h. eine unentbehrliche Lebensbedingung für ihre Entwickelung darzubieten. Wir wissen, daß für die ewige Dauer des organischen Lebens gesorgt ist; der Mensch und die Thiere leben von dem Pflanzenleib; alle organischen Wesen haben nur ein vorübergehendes, verhältnißmäßig kurzes Bestehen; in dem Lebensproceß der Thiere verwandelt sich die Nahrung, die ihn unterhält, in das, was sie ursprünglich war; eine ganz gleiche Veränderung wie die Nahrung erleiden die Leiber aller Thiere und Pflanzen nach ihrem Tode; ihre verbrennlichen Elemente werden in Kohlensäure und Ammoniak zurückgeführt; beide sind ihrer Natur nach gasförmig und kehren in das Luftmeer zurück, wo sie zur Bildung und Entwickelung eines neuen Geschlechtes dienen.

Die Dauer des organischen Lebens ist, wie man sieht, in Beziehung auf die verbrennlichen Elemente, aus denen der Pflanzen- und Thierleib sich bildet, auf das Engste geknüpft an die Wiederkehr dieser Bedingungen; für diese hat der Schöpfer einen großen Kreislauf eingerichtet, an welchem der Mensch sich betheiligen kann, der aber ohne sein Zuthun sich erhält.

Da, wo die Nahrung in der Form von Korn und Feldfrüchten auf dem Boden sich anhäuft und wächst, sind nahebei Menschen und Thiere, die sie verzehren und welche durch das zwingende Naturgesetz

ihrer eigenen Erhaltung diese Nahrung immer wieder zurück in die ursprünglichen Nahrungselemente verwandeln.

Die Luft ruht nie, sie ist immer, auch wenn nicht der leiseste Wind weht, auf- oder absteigend in Bewegung; was sie an Nahrungsstoff verlor, empfängt sie sogleich von einem andern Orte aus immer fließenden Quellen wieder.

In Beziehung auf die Aufnahme der Nahrung und die Richtung ihrer Verwendung besteht zwischen den dauernden Gewächsen und den einjährigen Pflanzen ein beachtungswerther Unterschied; denn wenn auch die Fähigkeit, Nahrung aufzunehmen und in Bestandtheile ihres Organismus übergehen zu machen, bei den verschiedenen Pflanzengattungen gleich sein mag, so ist doch der für ihre Lebenszwecke nöthige Bedarf, der Zeit nach, ungleich; um in der kürzeren Periode ihres Lebens ein Maximum von Entwickelung zu erreichen, bedarf die einjährige Pflanze mehr als die zweijährige, diese mehr als die dauernde Pflanze.

Die günstigen Bedingungen des Pflanzenlebens wirken gleich nützlich auf die perennirende Pflanze, allein ihre Entwickelung hängt nicht in gleichem Grade von zufälligen und vorübergehenden Witterungsverhältnissen ab; in ungünstigen wird ihr Wachsthum nur der Zeit nach zurückgehalten; sie vermag die wiederkehrenden günstigen abzuwarten und während in ihrer Zunahme einfach ein Stillstand eintritt, hat das einjährige Gewächs die Grenze seines Lebens erreicht und stirbt ab.

In der perennirenden Pflanze wendet sich im Anfang ihrer Entwickelung die stärkste Wirkung ihrer vegetativen Thätigkeit zunächst der Ausbildung ihrer Wurzeln zu; die atmosphärischen Nahrungsmittel, welche die Blätter aufgenommen haben, dienen — wie dies am augenfälligste bei den Holzpflanzen wahrnehmbar ist, die in der ersten Zeit ihrer Entwickelung so langsam und später so rasch zu wachsen scheinen — zur Ausbreitung und Verlängerung ihrer unterirdischen Auffaugungsorgane; wenn ihre Wurzeln einen gewissen Umfang gewonnen haben, so nimmt von da an, in weit größerem Verhältniß als im Anfang, ihr Stamm oder Stengel an Stärke, die Zweige, Triebe und Blätter in ihrer Anzahl zu.

In der Entwickelung der einjährigen Pflanze wird die Nahrung gleichzeitig in zwei Richtungen für die Ausbildung der Triebe, Wurzeln und Blätter verwendet, sie ist darum in Beziehung auf die gleichmäßige Zufuhr und das richtige Verhältniß von Nahrung weit abhängiger von der Bodenbeschaffenheit und der Witterung, wie die mehrjährige Pflanze; die Entwickelung aller Theile der einjährigen Pflanze ist an eine ganz bestimmte, verhältnißmäßig kurze Zeitdauer gebunden und ihr Wachsthum ist nur dann ganz vollkommen, wenn die äußeren Bedingungen eben so günstig als die Bodenbeschaffenheit sind.

Für die dauernden Rasen- und Wiesenpflanzen erscheint die Bildung unterirdischer Sprossen von der größten Bedeutung, weil durch sie die Vegetation erhalten wird; sie scheint zumeist in Fällen einzutreten, wo Mangel an Nahrung oder äußere Störungen das einjährige Gewächs gefährden würden. Nur der kleinste Theil der Pflanzen auf einem Rasen-

stück einer dicht bestandenen Wiese bildet Halme, die meisten entwickeln nur Blätterbüschel; manche ist ganz auf unterirdische Sprossenbildung beschränkt. Eine Landschaft empfängt im Wesentlichen ihren Charakter durch die perennirenden Gewächse, welche überall, wo ihnen der Mensch nicht hindernd entgegentritt, Besitz vom Boden nehmen; abgeholzte Waldstrecken bedecken sich im folgenden Jahre sogleich mit Pflanzen, von welchen viele (z. B. die Himbeere) in demselben Jahre blühen und Früchte tragen und darum nicht aus Samen entstanden sein können; fortsprossende Wurzeltriebe erhalten eine Reihe von Jahren hindurch die Pflanze auf einer niederen Stufe, bis endlich die Bedingungen einer vollkommenen Entwickelung wieder eintraten.

Auf diesem Verhalten beruht die Dauer unserer Wiesen; die Sicherheit ihrer Erträge unter wechselnden Witterungs- und Bodenverhältnissen liegt in der großen Anzahl Pflanzen, welche sich auf einer niederen Stufe ihrer Entwickelung zu erhalten vermögen.

Während die eine Pflanzenart sich nach außen hin entwickelt, blüht und Samen trägt, sammelt eine zweite und dritte abwärts die Bedingungen eines gleichen zukünftigen Gedeihens; die eine scheint zu verschwinden, indem sie einer zweiten oder dritten Platz macht, bis auch für sie die Bedingungen des Wachsthums wiedergekehrt sind. Aschendüngung ruft aus der Grasnarbe die kleeartigen Gewächse hervor; bei einer Düngung mit Knochenmehl, welches durch Schwefelsäure aufgeschlossen war, fand sich Halm an Halm französisches Raigras entwickelt; wo das Knochenmehl zufällig nicht hinkam, war kein Halm der genannten Grasart zu sehen.

In der Aufeinanderfolge und dem Wechsel sichert eine wunderbare Natureinrichtung das Fortbestehen der Gewächse, welche den Boden mit dauerndem Grün bekleiden und in der Cultur der jährigen Gewächse, welche die Nahrung der Menschen und Thiere liefern, unterordnet sich das Thun des Landwirthes in dem Wechsel einem höheren Gesetz.

Der Umkreis, aus welchem die perennirende Pflanze ihre Nahrung zieht, erweitert sich von Jahr zu Jahr; wenn ihre Wurzeln an einer Stelle nur wenig vorfinden, so empfängt sie ihren Bedarf von anderen, daran reicheren Stellen.

Die einjährige Pflanze verliert in jedem Jahr ihre Wurzeln, die perennirende behält ihre Wurzeln, bereit in jeder günstigen Zeit zur Aufnahme ihrer Nahrung; viele behalten ihren Stengel oder Stamm, in welchem sich der aufgenommene und nicht verbrauchte Theil der Nahrung für den künftigen Bedarf der Blätter und Knospen anhäuft; daher gedeihen auf einem verhältnißmäßig armen Boden diese Gewächse mit Ueppigkeit, auf welchem einjährige Gewächse einer Zufuhr von Nahrung durch die Hand des Menschen bedürfen.

Einjährige Gewächse können auf die Dauer auf demselben Boden nicht einander folgen, ohne ihn zu erschöpfen, und es folgen in der Wechselwirthschaft am Vortheilhaftesten perennirende Pflanzen den einjährigen und umgekehrt.

Eine einjährige Pflanze ist um so unabhängiger von einer Zufuhr an atmosphärischen Nahrungsmitteln, jemehr sie sich in ihrem Verhalten den perennirenden nähert. So lange eine Pflanze frische Blätter treibt, behält sie und erhält sich ihr Vermögen, Kohlensäure und Ammoniak aus der Atmosphäre zu schöpfen und sie ist in der Zeit dieser Aufnahme um so weniger einer Zufuhr dieser Stoffe durch den Boden bedürftig. Eine Erbsenpflanze, welche in derselben Zeit, wo ihre Samen reifen, frische Blätter und Blüthen treibt, nimmt und empfängt mehr verbrennliche Elemente aus der Atmosphäre, als die Kornpflanze, deren Blätter und grüne Stengel nach der Blüthe und mit dem Reifen der Samen abwelken und ihre Aufnahmsfähigkeit für die atmosphärische Nahrung verlieren.

Man versteht hiernach, warum die eine Pflanze durch Düngung zur richtigen Zeit mit organischen Stoffen, welche in ihrer Verwesung den Wurzeln Kohlensäure und Ammoniak zuführen, an Pflanzenmasse gewinnt und eine größere Menge von Samen liefert als eine andere, deren Ertrag dadurch kaum erhöht wird.

Von einer gleichen Fläche Land erntet man in verschiedenen Culturgewächsen eine sehr ungleiche Menge von Blut und Fleischbestandtheilen oder von Stickstoff. Bezeichnet man die Stickstoffmenge, welche auf einem Felde in der Form von Korn und Stroh im Roggen geerntet wird, mit der Zahl 100, so erntet man auf derselben Fläche

| | |
|---|---|
| im Hafer | 114 |
| im Weizen | 118 |
| in Erbsen | 270 |
| im Klee | 390 |
| in Turnips | 470. |

Die Erbsen, Bohnen und Futtergewächse liefern hiernach in der landwirthschaftlichen Cultur mehr Stickstoff als die Getreidearten; die Erbsen und Bohnen liefern mehr wie doppelt, der Klee und die Turnipsrübe liefern drei bis viermal mehr Fleisch und Blutbestandtheile als der Weizen. Der Klee und die Rüben vermögen auf vielen Feldern diesen höheren Ertrag zu liefern, ohne im Dünger Stickstoff zu empfangen. Durch Asche kann dieser Ertrag bei dem Klee, durch schwefelsaure Knochenerde bei den Turnips noch gesteigert werden.

In der Cultur zeigt sich der stickstoffhaltige Dünger besonders nützlich für die Getreidepflanzen, obwohl auch das Wachsthum der Klee- und Wurzelgewächse auf vielen Feldern mächtig dadurch gesteigert wird; im Allgemeinen beweist das üppige Gedeihen der Futtergewächse auf Feldern, die keinen stickstoffhaltigen Dünger empfangen haben, daß die Nützlichkeit oder Nothwendigkeit dieser Dünger für die Getreidefelder nicht bedingt sein kann durch einen Mangel an Zufuhr von Stickstoff aus natürlichen Quellen, und nicht daraus erklärt werden kann, weil es den Getreidepflanzen an dieser Zufuhr gefehlt habe. Die über einem Klee- und Kornfeld schwebende Luftsäule bietet dem Korn eben so viele Kohlensäure- und Ammoniaktheilchen dar als dem Klee, und auf dem nämlichen Boden, auf welchem der Landwirth einen sehr geringen

Ertrag an Stickstoff in Korn und Stroh hatte, wenn er eine Futterpflanze darauf baut, erntet er das Drei- und Vierfache an stickstoffhaltigen Bestandtheilen; die nämliche Quelle, woraus die Kleepflanze ihren Bedarf an Stickstoff schöpfte, stand auch der Kornpflanze offen, und wenn die Kleepflanze das Drei- bis Vierfache empfing, so konnte die Kornpflanze keinen Mangel daran haben. Es ist ganz sicher, daß ein Boden, welcher einen geringen Ertrag an Korn geliefert hat, nicht fruchtbarer wird für Korn, auch wenn demselben die reichlichsten Mengen Ammoniak zugeführt werden.

Der Grund des Nichtgedeihens des Korns muß demnach in anderen Verhältnissen liegen, und die nächstliegende Ursache muß in der Beschaffenheit des Bodens gesucht werden.

Auf der anderen Seite kann es nicht bezweifelt werden, daß zwei an den fixen Nahrungsmitteln der Gewächse gleich reiche Felder dennoch ungleich fruchtbar für Korngewächse sind, wenn das eine derselben mehr kohlenstoff- und stickstoffreiche organische Materien als das andere enthält; das hieran reichere liefert einen höheren Ertrag an Korn und Stroh; es ist ferner gewiß, daß von zwei Feldern, welche eine gleiche Zufuhr an fixen Nahrungsstoffen im Dünger empfangen haben, wenn das eine gleichzeitig, in organischen Materien, noch überdies eine Kohlensäure und Ammoniakquelle empfängt und das andere nicht, daß dieses eine Feld einen höheren Ertrag an Korn im Allgemeinen liefert als das andere.

Diese Steigerung des Ertrags findet in diesen Verhältnissen statt für Kornpflanzen sowohl wie für andere jährige Gewächse, welche eine schwache Blattentwickelung und Wurzelverzweigung haben, und die Ursache der Nützlichkeit einer Zufuhr von organischen und stickstoffreichen Materien ist leicht erkennbar.

Der Grund liegt offenbar darin, daß die Menge von stickstoffreichen Producten, welche auf einer gegebenen Fläche Land gewonnen werden kann, in einem bestimmten Verhältniß zur **Blattoberfläche**, oder im Allgemeinen zu den Organen der Auffaugung steht und zu der **Zeit**, in welcher diese Organe thätig sind.

Von zwei Gewächsen von gleicher Vegetationszeit wird das eine mit der doppelten Blattoberfläche doppelt so viel Stickstoff aus der Luft aufnehmen als das andere mit einfacher Oberfläche.

Von zwei Pflanzen von gleicher Blattoberfläche und ungleicher Vegetationszeit wird unter sonst gleichen Verhältnissen diejenige einen höheren Ertrag liefern, welche bei gleicher Zufuhr länger aufnimmt, d. h. mehr Zeit zu dieser Aufnahme hat. Durch die Düngung seiner Felder mit stickstoffreichem Dünger übt der Landwirth einen unmittelbaren Einfluß auf Erträge derselben aus, und es steht die Wirkung dieser Dünger durch ihren Stickstoffgehalt im umgekehrten Verhältniß zu der auffaugenden Blatt- und Wurzeloberfläche und zu der Vegetationszeit der gebauten Pflanzen.

Auf Pflanzen mit großer Blattoberfläche (Erbsen, Rüben) oder längerer Vegetationszeit (Wiesenpflanzen, Klee) ist die Wirkung des Stickstoffs

im Dünger geringer als auf Halmgewächse. Das Ammoniak ist als Nahrungsmittel für alle Gewächse nothwendig, aber seine Zufuhr im Dünger ist im landwirthschaftlichen Sinne nicht nützlich für alle Culturpflanzen.

Die Erfahrung hat den Landwirth gelehrt in dieser Beziehung einen Unterschied zu machen; er düngt in der Regel ein Kleefeld nicht mit stickstoffreichen Materien, weil der Ertrag an Klee in der Regel nicht merklich oder nur unbedeutend dadurch gesteigert wird, während durch Düngung seiner Kornfelder mit diesen Stoffen, die Erträge derselben zu seinem Vortheil zunehmen.

Der Landwirth benutzt darum die Futtergewächse als Mittel zur Erhöhung der Fruchtbarkeit seiner Kornfelder.

Die Futtergewächse, welche ohne stickstoffreichen Dünger gedeihen, sammeln aus dem Boden und verdichten aus der Atmosphäre in der Form von Blut- und Fleischbestandtheilen das durch diese Quellen zugeführte Ammoniak; indem er mit diesen Futtergewächsen, mit dem Kleeheu, den Rüben &c. sein Rindvieh, seine Schaafe und Pferde ernährt, empfängt er in ihren festen und flüssigen Excrementen den Stickstoff des Futters in der Form von Ammoniak und stickstoffreichen Producten und damit einen Zuschuß von stickstoffreichem Dünger oder von Stickstoff, den er seinen Kornfeldern giebt.

Immer stammt der Stickstoff, womit der Landwirth seine Kornfelder düngt, aus der Atmosphäre; jedes Jahr führt er eine gewisse Menge Stickstoff in Schlachtvieh und Korn, in Käse oder Milch von seinem Gute aus; allein sein Betriebscapital an Stickstoff erhält und vermehrt sich, wenn er durch die Cultur von Futtergewächsen, im richtigen Verhältniß, den Ausfall zu ersetzen weiß.

In den gemäßigten Zonen sind es gewöhnlich die einjährigen Gewächse, welche die Nahrung des Menschen erzeugen, und es ist die Aufgabe des Landwirths, durch diese seinen Feldern eben so viel an ernährenden Stoffen für den Menschen abzugewinnen, als eine gleiche Fläche Land mit perennirenden Gewächsen an Nahrungsstoffen für die Thiere liefert. Für das Thier, das für sich selbst nicht sorgen kann, sorgt die Natur, während der Mensch für die Sicherung seines Bestehens das Vermögen empfangen hat, die Naturgesetze zu Dienern seiner Bedürfnisse zu machen.

Das beste Getreidefeld, welches gedüngt worden ist, erzeugt im Ganzen nicht mehr Blut und Fleischbestandtheile als eine gute Wiese, die keinen stickstoffhaltigen Dünger empfangen hat; ungedüngt würde das Getreidefeld weniger als die Wiese hervorgebracht haben.

Was den Kornpflanzen in der Aufnahme ihrer atmosphärischen Nahrungsstoffe aus natürlichen Quellen, der Zeit nach, fehlt, um ein Maximum an Korn und Stroh zu erzeugen, was die sparsamen Blätter während ihrer kurzen Lebensdauer aus der Luft nicht aufzunehmen vermögen, führt der Landwirth durch die Wurzeln zu.

Was die Wiesenpflanzen in acht Monaten an atmosphärischen Nahrungsmitteln aufnahmen und was die Culturpflanzen, deren Aufnahme-

zeit auf vier bis sechs Monate beschränkt ist, aus der Luft nicht empfangen konnten, ersetzt der Landwirth demnach im Dünger und er bewirkt damit, daß die Kornpflanzen jetzt, in der kürzeren Zeit ihres Lebens, eben so viel Stickstoff zur Aufnahme und Aneignung vorfanden, als den Wiesenpflanzen aus natürlichen Quellen dargeboten wurde.

Die Wirkung stickstoffreicher Düngmittel und ihre Vortheilhaftigkeit in den einzelnen Fällen, erklärt sich demnach daraus, daß der Landwirth gewissen Pflanzen von schwacher Blatt- und Wurzelentwickelung und kurzer Vegetationszeit in Quantität im Dünger zuführt, was ihnen an Zeit zur Aufnahme aus natürlichen Quellen mangelt.

Nicht in allen Fällen führt der Landwirth den Stickstoff, womit er die Erträge seiner Kornfelder steigert, in der Form von Ammoniak zu, in welcher er in den in Fäulniß übergegangenen Menschen- und Thierexcrementen enthalten ist. Er benutzt dazu häufig noch stickstoffreiche Stoffe wie Horn und Hornspäne, getrocknetes Blut, frische Knochen, Rapskuchenmehl u. dergl.

Wir wissen, daß diese so wie alle stickstoffreichen Stoffe, welche von Thieren und Pflanzen stammen, nach und nach im Boden verwesen, und daß ihr Stickstoff allmälig in Salpetersäure und Ammoniak übergeht, welches letztere von der Ackerkrume aufgesaugt und festgehalten wird.

In allen den Fällen, in welchen das Ammoniak als solches einen günstigen Einfluß auf die Ertäge hat, wirken auch diese Stoffe in Beziehung auf ihren Stickstoffgehalt ganz gleich dem Ammoniak, nur ist ihre Wirkung langsamer, weil sie je nach ihrer Zersetzbarkeit im Boden einer gewissen Zeit bedürfen, ehe ihr Stickstoff in Ammoniak übergeht; getrocknetes Blut und Fleisch, so wie die stickstoffreichen Bestandtheile des Rapsmehles wirken schneller wie der Leim der Knochen, dieser schneller wie Horn und Hornspäne.

## Dreiundvierzigster Brief.

Die Versuche von Kuhlmann, Schattenmann und Lawes lehren übereinstimmend, daß die Ammoniaksalze einen vorwaltenden günstigen Einfluß auf die Halm- und Blattentwickelung äußern und wenn sich dieser Einfluß in gleicher Weise auf die unterirdischen Organe, auf die Wurzeln erstreckt, so dürfte sich herausstellen, daß die Wirkung des Ammoniaks, die Entwickelung derjenigen Organe, welche zur Aufnahme der Nahrung bestimmt sind, befördert und unterhält, und daß diese Salze, zur richtigen Zeit angewendet, die Anzahl der Blätter und Wurzelfasern vermehren.

Dieser Umstand erklärt die günstigen Wirkungen, welche ammoniakreiche Düngmittel auf die Vegetation im Frühling ausüben, während ihr Einfluß unter sonst gleichen Umständen im Sommer nur gering ist.

Wenn die Pflanze in der That in der ersten Zeit ihrer Entwickelung eine entsprechende Anzahl von Blättern und Wurzelfasern gewonnen hat, so kann, wenn die andern Nahrungsstoffe im Boden nicht fehlen, eine weitere Zufuhr von Ammoniak für die Ausbildung des Gewächses nicht von großem Nutzen sein, da die vorhandenen Blätter jetzt aus der Luft aufzunehmen und zu empfangen vermögen, was sie an stickstoffreicher Nahrung zur Samenbildung bedürfen. Im Sommer ist die Luft reicher an Wasserdampf als im kälteren Frühling, und da nach allen hierüber angestellten Untersuchungen der Ammoniakgehalt der Luft mit der Temperatur und ihrem Wassergehalte steigt, so finden die Pflanzen aus diesem Grunde im Sommer mehr Ammoniak in der Luft vor als im Frühling und man kann es als eine Regel betrachten, daß die Gewächse in der kälteren Jahreszeit abhängiger sind von einer Zufuhr von Ammoniak aus dem Boden als in der wärmeren, oder daß die Anwendung stickstoffreicher Düngmittel im Frühling am nützlichsten für die Gewächse ist.

Als eine ziemlich allgemeine Erfahrung hat es sich in Schottland und England herausgestellt, daß zu einer guten und sicheren Ernte von Rüben die phosphorsauren Erdsalze nicht immer genügen; im Mai gesäet muß denselben ein ammoniakreiches Düngmittel zugesetzt werden, während die Rüben in der Mitte Juni gesäet, mit Phosphaten allein, in der Regel eben so gut als in Verbindung mit Ammoniak gedeihen.

Es lassen sich hieraus ziemlich genau die Fälle bestimmen, in welchen das Ammoniak geradezu schädlich wirkt; denn während ammoniakreicher Dünger das Wachsthum des blätterreichen Kopfkohles befördert und verlängert, hindert derselbe die Entwickelung der Wurzeln der Turnipsrübe; auf Stellen, auf denen Misthaufen lagen, treibt diese häufig nur Stengel und Blätter; unter denselben Verhältnissen treibt die Mangoldrübe die stärksten Wurzeln; die Blüthezeit dieser Pflanze wird hierdurch aufgehalten und verzögert.

Damit eine Pflanze blühe und Samen trage, scheint es bei vielen nothwendige Bedingung zu sein, daß die Thätigkeit der Blätter und Wurzeln eine gewisse Grenze, einen Ruhepunkt erreiche; erst von da an scheint die vegetative Thätigkeit nach einer neuen Richtung die Oberhand zu gewinnen und die vorhandenen Säfte, wenn sie nicht weiter zur Ausbildung neuer Blätter und Wurzelfasern in Anspruch genommen werden, dienen jetzt zur Bildung der Blüthe und Samen.

Mangel an Regen und damit an Zufuhr von Nahrung beschränkt die Blattbildung und befördert die Blüthezeit bei vielen Pflanzen. Trockne und kühle Witterung beschleunigt die Samenbildung. In warmen und feuchten Klimaten tragen die Cerealien im Sommer gesäet wenig oder keinen Samen und auf einem an Ammoniak armen Boden kommen die Wurzelgewächse weit leichter zum Blühen und Samentragen, als auf einem daran reichen.

Bei der Anwendung stickstoffreicher Dünger muß darum der Landwirth den Zweck klar vor Augen haben, den er erreichen will. Wie man einem Thier, wenn man es mästen und dabei gesund erhalten will, nicht mehr Futter täglich giebt als es verdauen kann, so sollte es bei der Pflanze sein.

Der Dünger muß immer eine solche Beschaffenheit haben, daß er der Pflanze die ihr angemessene Nahrung in jeder Periode ihres Wachsthums darbietet. Pflanzen von längerer Vegetationszeit haben deswegen keine oder nur eine geringere Zufuhr von stickstoffreichem Dünger nöthig als andere von kurzer; bei solchen, welche kräftig und rasch sich zu entwickeln vermögen und die kürzeste Vegetationszeit haben, sind die concentrirten Düngstoffe denen vorzuziehen, welche ihre wirksamen Bestandtheile nur langsam abgeben. In trocknen Gegenden gedeiht der Winterweizen nach Klee ohne weitere Düngung, während der im Frühling gesäete Weizen in der Regel von der Anwendung des peruanischen Guano oder des Chilisalpeters (top dressing) den größten Vortheil zieht.

Die Aufeinanderfolge einer und derselben Pflanze auf dem nämlichen Felde macht dieses Feld, wenn es die chemischen Bedingungen ihres Wachsthums in reichlicher Menge enthält und die physikalischen Eigenschaften in richtiger Beschaffenheit besitzt, darum nicht ungeeignet für die Cultur dieser Pflanze; wenn die Pflanze auf einem solchen Felde nach dem dritten oder vierten Jahre nicht mehr gedeiht, so liegt offenbar der Grund nicht in einem Mangel an ihren Lebensbedingungen, von denen wir angenommen haben, daß sie vorhanden seien, sondern in der Anhäufung von Ursachen, welche ihre gesunde Entwickelung beeinträchtigen.

Alle Nahrungsmittel der Gewächse sind chemische Verbindungen, welche vermöge ihrer chemischen Eigenschaften gewisse Wirkungen auf die Substanz der Zellen und feinsten Gebilde der Blätter und Wurzeln ausüben, durch welche die Pflanzen ihre Nahrung sich aneignen; mit ihrer Quantität steigt ihre chemische Wirkung, und in einem gewissen Verhältniß den Pflanzen dargeboten, kränkeln diese und sterben zuletzt ab.

In einer Luft, welche über eine gewisse Grenze hinaus, wenn auch nur eine Spur freies Ammoniak enthält, sterben viele Pflanzen wie von einem Gifthauch getroffen; in gleicher Weise wirkt die Kohlensäure, wenn auch in minderem Grade; andere sterben in einem Boden, welcher durchfeuchtet ist von schwachen Lösungen freier Alkalien oder alkalischer Erden und Salze.

In der Natur finden wir die wunderbare Einrichtung getroffen, daß die Ackerkrume durch die chemischen und physikalischen Eigenschaften, die ihr angehören, die chemischen Wirkungen der ernährenden Substanzen auf die aufgesaugten Wurzeln völlig aufhebt. Das freie Ammoniak, die freien Alkalien und alkalischen Erden werden von der Ackerkrume gebunden und verlieren mit ihrem Lösungsvermögen ihren den Pflanzen schädlichen chemischen Charakter; die Pflanze wählt aus, was zu ihrem Bestehen nothwendig ist, ohne irgend hieran gehindert zu sein durch fremde, ihre gedeihliche Entwickelung gefährdende Einflüsse.

Es ist klar, daß der Boden eine solche neutrale chemische Beschaffenheit als nächste Bedingung des gesunden Zustandes und der Verrichtungen der Pflanzenwurzeln besitzen muß. Für die verschiedenen Pflanzengattungen sind diese Bedingungen besonderer Art; die eine bedarf die Bestandtheile des frischen Quellwassers; die anderen gedeihen nur in Sümpfen, manche auf kohlenstoff- und säurereichen, wieder andere nur auf Feldern, welche Ueberfluß an alkalischen Erden besitzen.

Durch die Cultur selbst wird die Beschaffenheit des Bodens geändert, nicht nur in so fern in der Ernte demselben ein Theil der activen Materien genommen wird, sondern auch dadurch, daß er durch manche Gewächse, durch die Rückstände ihrer Wurzeln ein größeres Verhältniß an kohlenstoff- und stickstoffreichen Stoffen empfängt. Die Bereicherung des Bodens an organischen Materien scheint für manche Gewächse eine Ursache der Krankheit und des Absterbens zu sein. Viele Rübengewächse, der Klee gedeihen auf einem solchen Feld nicht mehr, manche Gräser sind auf solchen Bodenarten nicht aufzubringen und sterben bald aus.

Man hat in England häufig wahrgenommen, daß die Turnipsrübe, wenn sie auf demselben Felde in allzukurzen Zwischenräumen gebaut wird, einer eigenthümlichen Krankheit verfällt, welche sich in einer ungewöhnlichen Wurzelbildung äußert; anstatt eines mehrere Pfunde schweren runden fleischigen und knolligen Wurzelstocks, von dem aus einzelne Faserwurzeln im Boden sich verbreiten, zertheilt sich die Pfahlwurzel in eine große Anzahl stenglige halbfingerdicke, harte, holzige Längenwurzeln (finger and toe). Diese Krankheit, welche in der Beschaffenheit des Bodens liegt, wird durch starke Düngung mit gebranntem Kalk beseitigt, aber es ist sicher, daß der Kalk nicht wirkt, weil im Boden daran

Mangel war, denn wenn man ihn wie andere Dünger dem Felde zur Saatzeit giebt, so ist seine Zufuhr wirkungslos; seine Wirkung wird erst nach einem oder zwei Jahren wahrnehmbar. Der Kalk muß offenbar, um eine günstige Aenderung in der Beschaffenheit des Feldes auszuüben, bis zu einer gewissen Tiefe dringen, wozu eine beträchtliche Zeit gehört.

Durch einfache Düngung mit saurem phosphorsaurem Kalk und gänzlichen Ausschluß von organischem Dünger ist es Lawes gelungen, neun Jahre nach einander Turnips zu bauen und im neunten Jahre eine Ernte von 187 Ctr. Wurzeln zu erzielen.

Eine Ackerkrume, welche reich ist an organischen Stoffen, giebt an Regenwasser, das langsam durchsickert, eine Materie ab, welche das Wasser braun färbt und demselben zuweilen saure Reaction ertheilt. Mischt man eine solche mit etwas gebranntem Kalk, so verliert diese organische Substanz ihre Löslichkeit in Wasser und ihre Verbreitbarkeit im Boden. Der Kalk zersetzt die organischen Substanzen, durch seine Anwesenheit wird der den Pflanzen schädliche Fäulnißproceß in den ihnen vortheilhaften Verwesungsproceß übergeführt.

Ein Gehalt an organischen Stoffen in einem an Silicaten reichen Boden bewirkt, daß Wasser, welches diesen Boden durchdringt, eine weit größere Menge Kieselsäurehydrat auflöst, als für manche Gewächse, namentlich für den in den Wurzeln vorgehenden Auffaugungsproceß förderlich ist. Durch den Kalk wird diese Eigenschaft aufgehoben, durch seine directe Wirkung auf die Silicate wird zuletzt Kali in Freiheit gesetzt und in der Ackerkrume verbreitbar gemacht. Die Esparsette gedeiht und dauert aus auf Feldern, welche reich an Kalk sind. Es ist sicher, daß der Kalk in einem solchen Boden den Esparsettepflanzen nicht darum nützlich ist, weil sie mehr Kalk für ihre Lebenszwecke bedürfen als andere Pflanzen, welche auf einem an Kalk weit ärmeren Boden mit Ueppigkeit gedeihen, sondern es muß die Ursache der Nothwendigkeit des Ueberschusses an Kalk darin gesucht werden, daß derselbe gewisse Schädlichkeiten ausschließt, welche bei der langen Dauer dieser Gewächse auf demselben Boden sich nach und nach darin anhäufen.

Daß in einer Menge von Fällen, in welchen dieselben Pflanzen auf dem nämlichen Boden nicht mehr gedeihen wollen, die angedeutete Ursache nicht allein wirkt, sondern Mangel an Nahrung überhaupt oder im richtigen Verhältniß als der nächste Grund des Nichtgedeihens angesehen werden muß, versteht sich wohl von selbst. Das Inbetrachtziehen so vieler Ursachen, welche das Gedeihen der Gewächse hindern oder befördern, macht eben die Landwirthschaft zu dem schwierigsten aller Betriebe.

Auf Feldern, welche perennirende Pflanzen tragen, deren Wurzeln nicht in die Tiefe dringen, sammeln sich allmälig ähnliche Schädlichkeiten an, welche das Gedeihen zukünftiger Pflanzengenerationen benachtheiligen, und alle Einflüsse wohlerwogen, scheint das Bewässern der Wiesen mit Rieselwasser neben anderen auch den wichtigen Zweck zu haben, daß durch den im Wasser gelösten und in den Boden eindringenden Sauerstoff und die Kohlensäure in dem Boden diese Schädlichkeiten entfernt

und eine ähnliche Beschaffenheit hergestellt wird, wie sie das Ackerfeld durch fleißiges Pflügen empfängt. Eine Analyse des von den Wiesen abfließenden Wassers dürfte leicht ergeben, daß dasselbe eben so viel an Mineralsubstanzen und Ammoniak ab- als zuführt. Es versteht sich wohl von selbst, daß hier nicht Wiesen gemeint sind, die man mit Mistjauche gedüngt hat, oder welche mit dem an Pflanzennahrungsstoffen reichen Abzugswasser aus Städten bewässert werden, da in diesen zwei Ursachen zusammen wirken, welche die Erträge steigern, deren eine (Zufuhr von mineralischen Nahrungsstoffen und Ammoniak) in dem gewöhnlichen Quell- und Bächewasser so gut wie ausgeschlossen ist.

# Vierundvierzigster Brief.

Die Pflanzen, welche der Landwirth auf seinen Feldern baut, die Halmpflanzen, Rüben und Knollengewächse verhalten sich bezüglich der Aufnahme ihrer unverbrennlichen Nahrungsstoffe auf eine ganz eigenthümliche Weise. Während die Seegewächse ihren ganzen Bedarf an diesen Stoffen von dem umgebenden Medium in gelöstem Zustand empfangen, führt das Wasser, welches den fruchtbaren Ackerboden durchdringt, keinen der drei wichtigsten und wesentlichsten Nahrungsstoffe, keine Phosphorsäure, kein Kali, kein Ammoniak den Wurzeln der Landpflanzen zu. Die Ackerkrume giebt an das Wasser für sich keinen dieser Nahrungsstoffe ab, und ihr Uebergang in den Organismus muß demnach, unter Mitwirkung des Wassers, direct durch ihre Organe der Aufsaugung, die sich im Boden befinden, vermittelt werden. Die Wurzeln entziehen diese Stoffe den vom Wasser durchdrungenen Theilen der Ackerkrume, die sich in Berührung mit ihrer aufsaugenden Oberfläche befinden, und wenn die Pflanze zu ihrer vollen Entwickelung gelangen soll, so muß in diesen Theilen nothwendig der entsprechende ganze Bedarf vorhanden sein, denn von andern als den sie berührenden Theilen kann die Wurzel diese Stoffe nicht empfangen.

Wenn aber die Nahrung sich nicht der Wurzel zubewegt, so muß nothwendig die Wurzel der Nahrung nachgehen.

Der Boden kann natürlich an die Pflanze nicht mehr abgeben, als er selbst an Nahrungsstoffen enthält, und nicht die Summe von Nahrungsstoffen, die sich darin befindet, giebt ein Maß ab für seine Fruchtbarkeit, sondern diese hängt ab von den Theilen der Summe, die sich in den kleinsten Theilchen der Ackerkrume befinden; nur diese können mit der Wurzel in Berührung kommen.

Ein Knochenstück von 2 Loth (= 30,000 Milligramme) in einem Cubikfuß Erde hat keinen merklichen Einfluß auf dessen Fruchtbarkeit; sind aber diese 30,000 Milligrammen phosphorsaurer Kalk in allen Theilen der Erde gleichmäßig vertheilt und verbreitet, so reichen sie hin für die Ernährung von 120 Weizenpflanzen; 10,000 Milligrammen Nahrungsstoff von 100 Quadratmillimeter Oberfläche sind in derselben Zeit nicht wirksamer als 10 Milligramme von derselben Oberfläche; von zwei Feldern von gleichem Gehalt an Nahrungsstoffen kann das eine sehr fruchtbar sein, während auf dem andern die Pflanze nicht

gedeiht, wenn in dem ersten die Nahrung mehr und gleichmäßiger als in dem andern vertheilt und verbreitet ist.

Der gewöhnliche Pflug bricht und wendet das Erdreich ohne es zu mischen, und verschiebt nur etwas den Ort, wo Pflanzen gewachsen sind. Der Spaten bricht, wendet und mischt.

Eine Kartoffel=, Rüben= oder Weizenpflanze wird an der Stelle, wo in einem vorhergehenden Jahre die nämliche Pflanze sich entwickelt hat, nicht mehr gedeihen können, wenn der Boden in den Theilen, mit welchen die Pflanzenwurzeln in Berührung waren, keinen Nahrungsstoff oder nur einen unzureichenden Rest enthält; die Wurzeln der folgenden Pflanzen finden an allen diesen Stellen keine oder nur eine ungenügende Menge Nahrung vor; jede andere Stelle ist reicher daran.

Da die kleinsten Theilchen der Nahrung von selbst den Ort im Boden nicht verlassen, an welchem sie in der Ackerkrume festgehalten sind, so sieht man ein, welch' einen außerordentlichen Einfluß auf die Fruchtbarkeit des Landes oder die Ernteerträge die mechanische Bearbeitung des Bodens, seine sorgfältige Zertheilung und innige Mischung haben muß.

Dies ist unter allen Schwierigkeiten, welche der Landwirth zu überwinden hat, die größte.

Wenn das Feld eine Ernte liefern soll, welche seinem vollen Gehalt an Nahrungsstoffen entsprechend ist, so gehört hierzu als nächste und wichtigste Bedingung, daß seine physikalische Beschaffenheit auch den feinsten Wurzeln gestatten muß, an die Orte zu gelangen, wo sich die Nahrung befindet; der Boden darf ihre Ausbreitung durch seinen Zusammenhang nicht hindern. Pflanzen mit feinen dünnen Wurzeln gedeihen in einem zähen schweren Boden nicht mehr, auch wenn er reich an mineralischer Nahrung ist, und es erklärt sich eine der vielerlei günstigen Wirkungen der Gründüngung und der Vorzug, den in manchen Fällen die Landwirthe dem frischen vor dem verrotteten Stallmist geben, auf eine sehr einfache Art.

Die mechanische Beschaffenheit des Feldes wird in der That durch das Unterpflügen von Pflanzen und Pflanzentheilen auf eine bemerkenswerthe Weise verändert. Ein zäher Boden verliert hierdurch seinen Zusammenhang, er wird mürbe und leicht zerdrückbar, mehr als durch das fleißige Pflügen. In einem Sandboden, dessen Theile keinen Zusammenhang haben, wird dadurch eine gewisse Bindung hergestellt. Jedes Hälmchen der untergepflügten Gründüngungspflanze öffnet, indem es verwest, den feinen Wurzeln der Getreidepflanze eine Thür und einen Weg, durch welche sie sich nach allen Richtungen im Boden verbreiten und ihre Nahrung holen kann. Der Boden empfängt außer den verbrennlichen Bestandtheilen von der Gründüngungspflanze nichts, was er nicht schon vorher enthielt; ohne das Vorhandensein der nöthigen mineralischen Nahrungsstoffe würden diese für sich allein ohne alle Wirkung auf die Erhöhung des Ertrages sein.

Keiner von den drei wichtigsten Nahrungsstoffen der Pflanzen ist für sich in löslichem Zustand im Boden zugegen, und keines von allen

Mitteln, welche der Landwirth gebraucht, um sie seinen Pflanzen nutzbar zu machen, nimmt der Ackerkrume das Vermögen sie festzuhalten, oder, wären sie gelöst, dieser Lösung zu entziehen. Alle diese Mittel dienen hauptsächlich nur, um sie in dem Boden gleichförmig zu verbreiten, und den Pflanzenwurzeln erreichbar zu machen.

Ein Hectar guter Weizenboden (= 1 Million Quadratdecimeter) liefert einen Mittelertrag von 2000 Ko. Korn und 5000 Ko. Stroh, beide zusammen enthalten 250 Millionen Milligramme (250 Ko.) Bodenbestandtheile. Jeder Quadratdecimeter (= 10,000 Quadratmillimeter) dieses Feldes giebt an die darauf wachsenden Pflanzen 250 Milligramme Aschenbestandtheile ab. In jedem Quadratmillimeter abwärts muß eine dem Bedarf jeder einzelnen Wurzelfaser entsprechende Menge Nahrung enthalten sein; fehlt die Nahrung in irgend einem Theil des Bodens, so trägt dieser Theil zur Ernährung nichts bei. Der Gehalt an Nahrungsstoff in jedem Theil des Querschnitts des Bodens, in jedem Quadratmillimeter abwärts bestimmt seinen Ernährungswerth. Jede Wurzelfaser nimmt auf, was sie, entsprechend ihrem Querschnitt, auf ihrem Wege abwärts in die Tiefe antrifft.

Wenn wir annehmen, daß der Querschnitt der Wurzeln aller Weizenpflanzen, die auf einem Quadratdecimeter wachsen, 100 Quadratmillimeter beträgt, oder daß auf dieser Fläche eine Weizenpflanze steht mit zwei oder drei Halmen, welche hundert Wurzeln hat von einem Quadratmillimeter Querschnitt, so muß jede dieser Wurzeln, um der Pflanze 250 Milligramme zuführen zu können, 2½ Milligramme Nahrung empfangen, in jedem der 10,000 Quadratmillimeter abwärts müssen diese 2½ Milligramme enthalten sein, zusammen 25,000 Milligramme (= 25 Gramme im Quadratdecimeter auf 10 Zoll Tiefe gerechnet, d. h. etwas über ½ Procent der Bodenmasse, im Hectar 25,000 Ko.)

Ein Hectar Feld, welcher von der Oberfläche abwärts nicht mehr als 250 Ko. Bodenbestandtheile (und darin 50 Ko. = 100 Pfd. Kali, und 25 Ko. = 50 Pfd. Phosphorsäure) enthielte, würde, wie aus dieser Betrachtung sich ergiebt, für eine Weizenernte vollkommen unfruchtbar sein, denn wenn auch die Weizenpflanze statt hundert Wurzeln deren tausend jede von der Dicke einer Hyazinthenwurzel besäße, so würde sie durch diese dennoch nur den zehnten Theil ihres Bedarfs vom Boden empfangen können.

Nach unserer Annahme, welche den vollen Gehalt in Wirklichkeit nicht erreichen dürfte, müßte ein Hectar Weizenfeld, um eine mittlere Weizenernte zu liefern, von der Oberfläche abwärts mindestens 5000 Ko. Kali, und 2500 Ko. Phosphorsäure enthalten*).

---

*) Wenn die im Verhältniß zu der Bodenmasse so kleine Quantität von mineralischen Nahrungsstoffen (2 Gran in einem Cubikzoll) in chemischer Verbindung in der Ackerkrume zugegen wäre, so ist es unmöglich, sich eine Vorstellung davon zu machen, wie sie in einer solchen allerwärts im Boden

Wenn durch eine mittlere Weizenernte, in 2000 Ko. Korn und 5000 Ko. Stroh, ein Procent von der im Felde vorhandenen mineralischen Nahrung genommen wird, so bleibt der Boden in den darauf folgenden Jahren immer noch fruchtbar für neue Weizenernten, aber die Erträge nehmen ab.

Wenn der Boden auf das Sorgfältigste gemischt worden ist, so findet die im nächsten Jahre auf demselben Felde wachsende Weizenpflanze an jeder Stelle ein Procent weniger Nahrung vor, und der Ertrag an Korn und Stroh muß in eben diesem Verhältniß kleiner sein. Bei gleichen klimatischen Bedingungen, Temperatur und Regenmenge wird man im zweiten Jahre nur 1980 Ko. Korn und 4950 Ko. Stroh ernten, und in jedem folgenden Jahre müssen die Ernten fallen nach einem bestimmten Gesetz.

Wenn die Weizenernte im ersten Jahre 250 Ko. Aschenbestandtheile entzog, und der Boden im Ganzen per Hectar auf 12 Zoll Tiefe hundertmal so viel enthielt (25,000 Ko.), so bleiben am Ende des dreißigsten Culturjahres 18,492 Ko. Nahrungsstoffe im Boden zurück.

Welches auch die durch klimatische Verhältnisse bedingten Abweichungen in den Ernte-Erträgen der dazwischen liegenden Jahre gewesen sein mögen, so sieht man ein, daß auf diesem Felde, in dem 31. Jahre, wenn kein Ersatz stattgefunden hat, im günstigsten Falle nur $^{185}/_{250}$ = 0,74 oder etwas weniger als $^{3}/_{4}$ einer mittleren Ernte erzielt werden kann.

Wenn diese drei Viertel der mittleren Ernte dem Landwirth keinen hinlänglichen Ueberschuß in seiner Einnahme mehr verschaffen, wenn sie einfach seine Ausgaben decken, so heißt der Ertrag kein lohnender Ertrag. Von dem Felde sagt er alsdann, es sei erschöpft für die Weizencultur, obwohl es noch vierundsiebenzigmal mehr an Nährungsstoffen enthält als eine mittlere Ernte jährlich bedarf; die ganze Summe hatte bewirkt, daß im ersten Jahre jede Wurzel in den Theilen des Bodens, mit denen sie in Berührung kam, die erforderliche Menge von Bodenbestandtheilen zu ihrer vollen Entwickelung vorfand, und die auf einander folgenden Ernten haben bewirkt, daß sich im 31. Jahre nur $^{3}/_{4}$ dieser Quantität in diesen Theilen davon vorfindet.

Ein für den Weizenbau erschöpftes Feld liefert lohnende Ernten von Roggen.

Eine mittlere Roggenernte (= 1600 Ko. Korn und 3800 Ko. Stroh) entzieht dem Boden per Hectar nur 180 Ko. Aschenbestandtheile. Unter gleichen Verhältnissen nimmt eine Roggenpflanze nur 180 Milligrammen vom Boden auf.

Wenn der Weizenboden, um eine mittlere Weizenernte zu liefern,

verbreitet und den Wurzeln erreichbar sein könnte. Das Verhalten der Ackerkrume der verschiedensten Bodenarten gegen ihre Lösungen zeigt, daß diese Nahrung in einer ähnlichen Weise darin gebunden und enthalten ist, wie der Farbstoff auf einem gefärbten Zeug, oder in der Kohle, womit man eine Flüssigkeit entfärbt hat; dem Gewicht nach reicht bei diesem eine sehr kleine Menge hin, um eine außerordentlich große Oberfläche zu bedecken.

25,000 Ko. von den Aschenbestandtheilen der Weizenpflanzen enthalten müßte, so ist ein Boden, welcher nur 18,000 Ko. derselben Bestandtheile enthält, reich genug für eine mittlere und eine Reihe von lohnenden Roggenernten.

Unserer Rechnung nach enthält ein für die Weizencultur erschöpftes Feld immer noch 18,492 Ko. Bodenbestandtheile, die ihrer Beschaffenheit nach identisch mit denen sind, welche die Roggenpflanze nöthig hat.

Fragt man nun, nach wie viel Jahren fortgesetzten Roggenbaues die mittlere Ernte auf eine Dreiviertelernte herabsinken wird, so ergiebt sich, wenn diese keine lohnende Ernte mehr ist, daß das Feld 28 lohnende Roggenernten liefern, und nach 28 Jahren für den Roggenbau erschöpft sein wird. Der im Boden bleibende Rest von Nahrungsstoffen beträgt immer noch 13,869 Ko. an Aschenbestandtheilen.

Ein Feld, welches keine lohnende Roggenernte mehr liefert, ist deshalb nicht unfruchtbar für die Haferpflanze.

Eine mittlere Haferernte (2000 Ko. Korn und 3000 Ko. Stroh) entzieht dem Boden 310 Ko. Aschenbestandtheile, 60 Ko. mehr als eine Weizenernte, und 130 Ko. mehr als eine Roggenernte.

Wenn die auffaugende Wurzeloberfläche der Haferpflanze die nämliche wäre wie die der Roggenpflanze, so würde der Hafer nach Roggen keine lohnende Ernte mehr liefern können; denn ein Boden, der bei 13,869 Ko. Vorrath 310 Ko. für die Haferernte abgiebt, verliert hiermit 2,23 Procent seines Gehalts an Aschenbestandtheilen; während ihm, wie angenommen, die Wurzeln des Roggens nur ein Procent entziehen, verliert er durch die Cultur der Haferpflanze 2,23 Procent. Dies kann nur geschehen, wenn die Wurzeloberfläche des Hafers die des Roggens um das 2,23fache übertrifft.

Die Haferernten werden hiernach den Boden am raschesten erschöpfen, schon nach 12¾ Jahren wird die Ernte auf ¾ ihres anfänglichen Betrags herabsinken müssen.

Keine von allen den Ursachen, welche die Erträge zu vermindern oder zu erhöhen vermögen, hat auf dieses Gesetz der Erschöpfung des Bodens durch die Cultur einen Einfluß. Wenn die Summe der Nahrungsstoffe um eine gewisse Anzahl von Theilen vermindert worden ist, so hört der Boden auf, in landwirthschaftlichem Sinne fruchtbar für ein Culturgewächs zu sein. Wenn durch Einverleibung von atmosphärischen Nahrungsstoffen, von organischen Materien und Ammoniaksalzen die Erträge eine Reihe von Jahren hindurch gesteigert worden sind, so tritt der Zustand der Erschöpfung früher ein; durch Hindernisse und Widerstände in der Aufnahme der Nahrung werden die Erträge kleiner, und die Grenze der Erschöpfung tritt alsdann später ein.

Für eine jede Culturpflanze besteht ein solches Gesetz.

Dieser Zustand der Erschöpfung tritt unabwendbar ein, auch wenn in einer Reihenfolge von Culturen dem Boden nur ein einziger von allen den verschiedenen für die Ernährung der Gewächse nothwendigen mineralischen Nahrungsstoffen entzogen worden ist, denn der eine,

welcher fehlt oder mangelt, macht alle andern wirkungslos, oder nimmt ihnen ihre Wirksamkeit.

Mit einer jeden Frucht, mit einer jeden Pflanze oder Theil einer Pflanze, die man von dem Felde hinwegnimmt, verliert der Boden einen Theil von den Bedingungen seiner Fruchtbarkeit, d. h. er verliert das Vermögen diese Frucht, Pflanze, oder Theil einer Pflanze nach Ablauf einer Reihe von Culturjahren wieder zu erzeugen. Tausend Körner bedürfen tausendmal so viel Phosphorsäure vom Boden wie ein Korn, und tausend Halme tausendmal so viele Kieselsäure wie ein Halm, und wenn es an dem tausendsten Theil von Phosphorsäure oder Kieselsäure im Boden fehlt, so bildet sich das tausendste Korn, der tausendste Halm nicht aus. Ein einzelner von dem Getreidefeld hinweggenommener Getreidehalm macht, daß dies Feld einen gleichen Getreidehalm nicht mehr trägt.

Wenn es wahr ist, daß die Aschenbestandtheile der Halmpflanzen unentbehrlich sind für ihre Entwickelung, und vom Boden geliefert werden müssen, wenn die Pflanzen wachsen und gedeihen sollen; wenn es wahr ist, daß unter diesen Aschenbestandtheilen das Kali, die Phosphorsäure und die Kieselsäure den Pflanzenwurzeln nicht in einer Lösung zugeführt werden, so folgt hieraus von selbst, daß ein Hectar Feld, welcher 25,000 Ko. von den Aschenbestandtheilen des Weizens gleichförmig verbreitet und in einem für die Pflanzenwurzeln vollkommen aufnehmbaren Zustand enthält, daß dieser Hectar Feld, wenn die gleichförmige Mischung durch sorgfältiges Pflügen und alle hierzu dienlichen Mittel erhalten worden wäre, ohne irgend einen Ersatz an den im Stroh und Korn hiweggenommenen Bodenbestandtheilen zu empfangen, bis zu einer bestimmten Grenze eine Reihe von lohnenden Ernten verschiedener Halmgewächse liefern kann, deren Aufeinanderfolge dadurch bedingt ist, daß die zweite Pflanze weniger vom Boden nimmt als die erste, oder daß die zweite eine größere Anzahl von Wurzeln oder im Allgemeinen eine größere auffaugende Wurzeloberfläche besitzt. Von dem mittleren Ernteertrag im ersten Jahre an würden die Ernten von Jahr zu Jahr abgenommen haben.

Für den Landwirth, für welchen gleichförmige Mittelerträge Ausnahmen sind, und ein durch Witterungsverhältnisse bedingter Wechsel die Regel ist, würde diese stetige Abnahme kaum wahrnehmbar gewesen sein, selbst dann nicht, wenn in der Wirklichkeit sein Feld eine so günstige chemische und physikalische Beschaffenheit gehabt hätte, daß er siebzig Jahre nach einander Weizen, Roggen und Hafer darauf hätte bauen können, ohne allen Ersatz der entzogenen Bodenbestandtheile.

Gute dem Mittelertrag sich nähernde Ernten in günstigen Jahren würden mit schlechten Erträgen gewechselt haben, aber immer würde das Verhältniß der ungünstigen zu den günstigen Ernteerträgen zugenommen haben.

Die große Mehrzahl der europäischen Culturfelder besitzt die physikalische Beschaffenheit, die in dem eben betrachteten Fall für das Feld angenommen worden ist, nicht.

In den meisten Feldern ist nicht alle den Pflanzen nöthige

Phosphorsäure im wirksamen den Pflanzenwurzeln zugänglichem Zustand verbreitet; ein Theil derselben ist in der Form von kleinen Körnchen Apatit (phosphorsaurem Kalk) lediglich darin vertheilt, und wenn auch der Boden im ganzen mehr als ein genügendes Verhältniß enthält, so ist doch in den einzelnen Theilchen des Bodens in manchen weit mehr, in andern zu wenig für das Bedürfniß der Pflanze vorhanden. Die mechanische Bearbeitung würde diese Körnchen phosphorsauren Kalks verschieben, nicht verbreiten (diffundiren), es gehört zu ihrer Vertheilung die Mitwirkung einer chemischen Action.

Nach einer jeden Roggen- oder Hafierernte bleibt in dem Boden eine beträchtliche Menge von Wurzeln zurück, von welchen nach einem oder zwei Jahren sich keine Spuren mehr vorfinden. Wir wissen, was aus der organischen Substanz dieser Wurzeln geworden ist, sie sind, wie man sagt, verwest, ihre Bestandtheile haben sich mit Sauerstoff verbunden, der Kohlenstoff derselben hat Kohlensäure gebildet, welche sich in der Luft in der porösen Ackerkrume anhäuft, wie sich durch die Analyse dieser Luft nachweisen läßt.

Wenn auf diesen Boden Regen fällt, so löst sich von diesem Kohlensäure im Wasser auf, und dieses empfängt damit das Vermögen phosphorsauren Kalk aufzulösen. Dieses kohlensaure Wasser entzieht der Ackerkrume den darin enthaltenen phosporsauren Kalk nicht, wohl aber löst es überall, wo es Körnchen Apatit oder Phosphorit antrifft, eine gewisse Menge davon auf, denn in diesen Körnchen besteht keine Ursache des Widerstandes gegen die Wirkung des Wassers; außer der Anziehung, die es zu seinen Theilchen hat, hindert keine fremde Anziehung seine Löslichkeit im Wasser.

Es muß sich demnach unter diesen Umständen eine Lösung von phosphorsauren Kalk bilden, die sich rings um jedes Körnchen nach allen Seiten hin in der Ackerkrume verbreitet; überall, wo diese Lösung mit Ackerkrume zusammentrifft, welche nicht mit phosphorsaurem Kalk gesättigt ist, wird die Erde von dem zugeführten phosphorsauren Kalk eine gewisse Menge binden, der damit gesättigte Theil der Ackerkrume wird der Verbreitung der Lösung in weiteren Kreisen kein Hinderniß entgegensetzen.

Ganz dasselbe wird statthaben für die Verbreitung der Kieselsäure und des Kali's im Boden, wenn derselbe durch Kohlensäure aufschließbare Silicate enthält. Es wird sich alsdann um jeden Theil des Silicats eine Auflösung von überschüssigem kieselsaurem Kali bilden, deren Bestandtheile erst von den nächstliegenden, dann von den entfernteren Theilen der Ackerkrume immer wieder gebunden werden.

Zu der Verbreitung dieser Nahrungsstoffe in der angegebenen Weise gehört nothwendig eine gewisse Zeit.

Wenn wir uns nun denken, daß unser Feld 25,000 Kilogrm. von den Aschenbestandtheilen des Weizens vollkommen gleichmäßig vertheilt, und 5 oder 10, oder mehr 1000 Pfund der nämlichen Nahrungsstoffe, die Phosphorsäure desselben als Apatit, die Kieselsäure und das Kali als aufschließbares Silicat ungleichförmig vertheilt enthalten

hätte; wenn ferner von diesem letztern auf die eben auseinandergesetzte Weise von zwei zu zwei Jahren eine gewisse Menge löslich und verbreitbar geworden wäre, in einem solchen Verhältniß, daß die Pflanzenwurzeln in allen Theilen der Ackerkrume von diesen Nahrungsstoffen eben so viel als im vorhergegangenen Culturjahre angetroffen hätte, genügend also zu einer vollen Mittelernte: so würden wir eine Reihe von Jahren hindurch volle Mittelernten erzielt haben, wenn wir zwischen jedes Culturjahr ein Brachjahr eingeschaltet hätten. Anstatt dreißig stets abnehmender Ernten würden wir in diesem Falle in 60 Jahren 30 volle Mittelernten erhalten haben, wenn der vorhandene Ueberschuß im Boden bis dahin ausgereicht hätte, die jährlich in den Ernten hinweggenommene Menge Phosphorsäure, Kieselsäure und Kali in allen den Theilen zu ersetzen, denen sie entzogen wurden. Mit der Erschöpfung dieses Ueberschusses würden für dieses Feld die abnehmenden Erträge beginnen, und auf's Neue weiter eingeschobene Brachjahre würden alsdann auf die Erhöhung dieser Erträge nicht den mindesten Einfluß ausgeübt haben.

Wäre der in dem eben betrachteten Fall angenommene Ueberschuß von Phosphorsäure, Kieselsäure und Kali nicht ungleichförmig, sondern gleichförmig verbreitet, und für die Pflanzenwurzeln überall vollkommen zugänglich und in aufnehmbarem Zustande im Felde vorhanden gewesen, so würde man dreißig volle Ernten in dreißig Jahren nach einander ohne Einschiebung eines Brachjahres auf diesem Felde erzielt haben.

Kehren wir zu unserem Felde zurück, von welchem wir angenommen haben, daß es 25,000 Kilogrm. Aschenbestandtheile des Weizens in der vollkommensten Weise vertheilt, und in aufnehmbarem Zustand enthielte, und jedes Jahr mit Weizen bestellt werde, und denken wir uns den Fall, daß wir in jeder Ernte nur die Aehre von dem Halm abgeschnitten und das ganze Stroh auf dem Felde gelassen, und sogleich wieder untergepflügt hätten, so ist der Verlust, den das Feld in diesem Jahre erleidet, kleiner als zuvor, denn alle Bestandtheile des Halmes und der Blätter sind dem Felde verblieben; wir haben nur die Bodenbestandtheile des Korns dem Felde genommen.

Unter den Bestandtheilen, welche der Halm und die Blätter vom Boden empfangen haben, befinden sich alle Bodenbestandtheile der Samen, nur in einem andern Verhältniß. Wenn die in dem Stroh und Korn zusammen ausgeführte Menge Phosphorsäure durch die Zahl 3 bezeichnet wird, so ist der Verlust, wenn das Stroh dem Felde verbleibt, nur 2. Die Abnahme der Erträge des Feldes in einem folgenden Jahre steht immer im Verhältniß zu dem Verlust, den es durch die vorhergehende Ernte an Bodenbestandtheilen erlitten hat. Die nächstfolgende Ernte an Korn wird etwas größer sein als sie ausfallen würde, wenn man das Stroh dem Felde nicht gelassen hätte; der Ertrag an Stroh wird nahe derselbe wie im vorhergehenden Jahre bleiben, denn die Bedingungen zur Stroherzeugung sind sehr wenig verändert worden.

Indem man in dieser Weise dem Boden weniger nimmt als zuvor, so wächst somit die Anzahl der lohnenden Ernten, oder die Summe des in der ganzen Reihe der Kornernten erzeugten Korns. Ein Theil der Strohbestandtheile geht über in Kornbestandtheile, und wird jetzt in dieser Form dem Felde genommen. Die Periode der Erschöpfung tritt immer, aber unter diesen Umständen später ein. Die Bedingungen zur Kornbildung nehmen stetig ab, denn die im Korn entzogenen Stoffe wurden nicht ersetzt.

Wenn man das Stroh abgeschnitten auf Schubkarren um das Feld herumgefahren, oder wenn man es als Streu in Viehställen benutzt und dann erst untergepflügt hätte, so wäre dieses Verhältniß ganz das nämliche geblieben. Was man in dieser Weise dem Felde wieder zuführte, war dem Felde genommen und bereicherte das Feld nicht. Wenn man sich denkt, daß die verbrennlichen Bestandtheile des Strohes nicht vom Boden geliefert werden, so war das Zurücklassen des Strohes auf dem Felde eigentlich nur ein Zurücklassen der Aschenbestandtheile des Strohes. Das Feld blieb um etwas fruchtbarer als zuvor, weil man demselben weniger genommen hatte.

Hätte man auch das Korn oder die Aschenbestandtheile des Korns mit dem Stroh wieder untergepflügt, oder hätte man anstatt des Weizenkorns eine entsprechende Menge eines anderen Samens, Repskuchenmehl, d. h. vom fetten Oele befreiten Repssamen, welcher die nämlichen Aschenbestandtheile enthält, dem Felde wiedergegeben, so blieb seine Zusammensetzung wie zuvor, im nächsten Jahre würde man denselben Ernteertrag wie im vorhergegangenen erhalten haben.

Wenn nach jeder Ernte in dieser Weise das Stroh immer wieder dem Felde zurückgegeben wird, so ist eine weitere Folge eine Ungleichheit in der Zusammensetzung der wirksamen Bestandtheile der Ackerkrume.

Wir haben angenommen, daß unser Boden die Aschenbestandtheile der ganzen Weizenpflanze im richtigen Verhältniß zur Bildung der Halme, der Blätter und des Korns enthalten habe; indem wir die zur Bildung des Strohes nöthigen Mineralsubstanzen dem Felde ließen, während die des Korns fortwährend hinweggenommen wurden, so häuften sich die ersteren im Verhältniß zu dem Rest der Bodenbestandtheile des Korns, die das Feld noch enthielt, an. Das Feld behielt seine Fruchtbarkeit für das Stroh, die Bedingungen für die Körnerbildung nahmen ab.

Die Folge dieser Ungleichheit ist eine ungleichförmige Entwickelung der ganzen Pflanze. So lange der Boden alle zur gleichmäßigen Entwickelung aller Theile der Pflanze nöthigen Aschenbestandtheile im richtigen Verhältniß enthielt und abgab, blieb die Qualität des Samens und das Verhältniß zwischen Stroh und Korn in den abnehmenden Ernteerträgen gleichmäßig und ungeändert. In dem Maß aber, in welchem die Bedingungen zur Blatt- und Halmbildung günstiger wurden, nahm mit den Samenerträgen zunächst auch die Qualität des Samens ab. Das Merkmal dieser Ungleichförmigkeit in der Zusammensetzung des Bodens als Folge der Culturen ist, daß das

Gewicht der geernteten Scheffel Korn sich vermindert. Während im Anfang zur Bildung des Korns eine gewisse Menge von den Bestandtheilen des wieder zugeführten Strohes (Phosphorsäure, Kali, Bittererde) verbraucht wurde, tritt später das umgekehrte Verhältniß ein, es werden von den Kornbestandtheilen Phosphorsäure, Kali, Bittererde zur Strohbildung in Anspruch genommen. Der Zustand eines Feldes ist denkbar, wo wegen der vorhandenen Ungleichförmigkeit in dem Verhältniß der Bedingungen zur Stroh- und Kornbildung, wenn Temperatur und Feuchtigkeit die Blattbildung begünstigen, ein Halmgewächs einen enormen Strohertrag mit leeren Aehren liefert.

Der Weingärtner und Obstzüchter beschneidet die Bäume und den Rebstock um mehr und größere Früchte zu gewinnen, sie beschränken die Zweig- und Blattbildung, und in manchen Gegenden, wie in Niederbayern, findet man es häufig vortheilhaft, das Getreide auf halber Höhe abweiden zu lassen oder abzuschneiden. Die Folge davon ist, daß man mehr oder eine bessere Qualität Samen erntet. In tropischen Gegenden tragen viele Halmgewächse keinen oder wenig Samen, weil der Boden das richtige Verhältniß zur Samen- und Blattbildung nicht enthält.

Die Größe der Samen steht bei vielen Pflanzen im umgekehrten Verhältniß zur Blattentwickelung. Tabak, Mohn, Klee haben verhältnißmäßig kleinere Samen als die Halmgewächse.

Der Landwirth kann bei seinen Pflanzen auf die Richtung der vegetativen Thätigkeit nur durch den Boden einwirken, d. h. durch das Verhältniß der Nahrungsstoffe, die er demselben giebt; zum höchsten Kornertrag gehört, daß der Boden ein überwiegendes Verhältniß an den zur Samenbildung nöthigen Nahrungsstoffen enthält. Für die Blattgewächse Rüben- und Knollengewächse ist dieses Verhältniß umgekehrt.

Eine mittlere Ernte Rüben mit Blättern enthält fünfmal, eine Klee- oder Kartoffelernte zweimal so viel Kali als eine Weizenernte im Korn und Stroh von gleicher Bodenfläche. Mit einer Klee- und einer Kartoffelernte zusammen nimmt man zwei Hectaren Feld eben so viel Phosphorsäure als wie drei Hectaren Feld im Korn von drei Weizenernten.

Es ist hiernach klar, wenn wir auf unserm Feld, welches 25,000 Kilogrm. von den Bodenbestandtheilen der Weizenernte enthält, Kartoffeln und Klee bauen, und den ganzen Ertrag an Kartoffelknollen und Klee dem Felde nehmen, daß wir dem Boden in diesen beiden Feldfrüchten eben so viel Phosphorsäure und dreimal so viel Kali entziehen wie durch drei Weizenernten. Es ist sicher, daß diese Beraubung des Bodens an diesen nothwendigen Bodenbestandtheilen durch eine andere Pflanze auf seine Fruchtbarkeit für Weizen von großem Einfluß ist; die Höhe und Dauer der Weizenerträge nimmt ab.

Wenn wir hingegen in zwei Jahren das Feld einmal mit Weizen, und dann mit Kartoffeln bestellt, und die ganze Kartoffelernte auf dem Felde gelassen, und Knollen, Kraut und Weizenstroh untergepflügt hätten,

und so fort abwechselnd 60 Jahre lang, so würde dies den Ertrag an Korn, welchen es zu liefern fähig war, nicht im mindesten geändert oder vergrößert haben; das Feld hat durch den Anbau der Kartoffeln nichts gewonnen und, da man alles dem Felde ließ, nichts verloren; wenn durch die Kornernten, die man dem Felde nahm, der Vorrath von Bodenbestandtheilen auf 3/4 der ursprünglich darin vorhandenen Menge herabgebracht worden ist, liefert dies Feld keine lohnende Ernte mehr, wenn 3/4 einer Mittelernte dem Landwirth keinen Gewinn mehr lassen. Ganz dasselbe tritt ein, wenn wir anstatt Kartoffeln Klee eingeschoben, und diesen Klee jedesmal wieder untergepflügt hätten. Der Boden besaß, so haben wir angenommen, die günstigste physikalische Beschaffenheit, und konnte demzufolge durch Einverleibung der organischen Substanzen des Klees und der Kartoffeln nicht verbessert werden. Auch wenn wir die Kartoffeln aus dem Felde herausgenommen, den Klee abgemäht und getrocknet, die Knollen und das Kleeheu auf einen Karren geladen und um das Feld herum oder durch den Viehstall gefahren, und dann erst wieder dem Felde zugeführt und untergepflügt, oder auch zu andern Zwecken verbraucht, und die ganze Summe der in beiden Ernten vorhandenen Bodenbestandtheile dem Felde wiedergegeben hätten, so würde durch alle diese Operationen das Feld in dreißig, sechszig oder siebenzig Jahren kein einziges Korn mehr geliefert haben, als ohne diesen Wechsel. Auf dem Felde haben sich in dieser ganzen Zeit die Bedingungen zur Kornbildung nicht vermehrt, die Ursache der Abnahme der Erträge ist die nämliche geblieben.

Das Unterpflügen der Kartoffeln und des Klees konnte nur auf diejenigen Felder eine nützliche Wirkung haben, welche nicht die günstigste physikalische Beschaffenheit hatten, oder in welchen die vorhandenen Bodenbestandtheile ungleich vertheilt, und zum Theil für die Pflanzenwurzeln unzugänglich waren, aber diese Wirkung ist der der Gründüngung oder eines oder mehrerer Brachjahre ganz gleich.

Durch die Einverleibung des Klees und der organischen Bestandtheile in den Boden nahm sein Gehalt an verwesenden Stoffen und Stickstoff von Jahr zu Jahr zu. Alles was diese Gewächse aus der Atmosphäre empfingen, blieb im Boden, aber die Bereicherung an diesen sonst so nützlichen Stoffen kann nicht bewirken, daß er im Ganzen mehr Korn erzeugt als zuvor, denn die Kornerzeugung hängt von dem Verhältniß der im Felde vorhandenen Menge von Aschenbestandtheilen ab, und diese sind nicht vermehrt worden, sie haben in Folge der Kornausfuhr stetig abgenommen. Durch die Zunahme von Stickstoff und verwesenden organischen Materien im Felde konnten die Erträge möglicherweise eine Reihe von Jahren hindurch gesteigert werden, allein der Zeitpunkt, wo dieses Feld keine lohnenden Ernten mehr liefert, tritt in diesem Fall um so früher ein.

Wenn wir von drei Weizenfeldern das eine mit Weizen, die beiden andern mit Kartoffeln und Klee bestellen, und allen geernteten Klee, alle Kartoffelknollen auf dem Weizenfelde anhäufen und unterpflügen, dem wir nur das Korn genommen, so ist dieses Weizenfeld jetzt frucht=

barer als zuvor, denn es ist um die ganze Summe von Bodenbestandtheilen reicher geworden, welche die beiden andern Felder an die Kartoffel- und die Kleepflanze abgegeben hatten, an Phosphorsäure empfing es dreimal, an Kali zwanzigmal mehr als das geerntete und ausgeführte Korn enthielt.

Dieses Weizenfeld wird in drei auf einander folgenden Jahren jetzt drei volle Kornernten liefern können, denn die Bedingungen zur Strohbildung sind ungeändert geblieben, während die der Kornerzeugung um das Dreifache vermehrt wurden. Wenn der Landwirth in dieser Weise in drei Jahren eben so viel Korn erzeugt als er ohne die Hinzuziehung und Mitwirkung der Bodenbestandtheile des Klees und der Kartoffeln auf denselben Feldern in fünf Jahren erzeugt haben würde, so ist offenbar sein Gewinn jetzt größer geworden, denn mit drei Saatkörnern hat er eben so viel geerntet als in dem andern Fall mit fünf; aber was das Weizenfeld an Fruchtbarkeit gewonnen, haben die beiden andern Felder verloren, und das Endresultat ist, daß er mit Ersparung an Culturkosten und mit mehr Gewinn als vorher seine drei Felder der Periode der Erschöpfung entgegengeführt hat, der sie unabwendbar durch die bleibende Ausfuhr der Bodenbestandtheile im Korn verfallen müssen.

Der letzte Fall, den wir zu betrachten haben, ist, wenn der Landwirth anstatt Kartoffeln und Klee, Rüben und Luzerne baut, welche vermöge ihrer langen und tiefgehenden Wurzeln eine große Menge von Bodenbestandtheilen aus dem Untergrunde holen, den die große Mehrzahl der Wurzeln der Getreidepflanzen nicht erreicht. Wenn die Felder einen solchen Untergrund besitzen, welcher die Cultur dieser Gewächse gestattet, so stellt sich das Verhältniß etwa so, wie wenn sich die culturfähige Oberfläche verdoppelt hätte. Empfangen die Wurzeln dieser Pflanzen die eine Hälfte ihrer mineralischen Nahrungsmittel vom Untergrund und die andere von der Ackerkrume, so wird die letztere durch die Ernte nur halb so viel verlieren, als sie durch eben diese Pflanzen verloren haben würde, wenn sie alle von der Ackerkrume genommen worden wären.

Als ein von der Ackerkrume getrenntes Feld gedacht, giebt hiernach der Untergrund an die Rüben- und Luzernepflanzen eine gewisse Quantität von Bodenbestandtheilen ab, und wenn die ganze Rüben- und Luzerne-Ernte im Herbst auf dem Weizenfeld untergepflügt worden wäre, welches eine mittlere Ernte Weizenkorn geliefert hat, und dieses eben so viel oder mehr empfängt als es in dem Korn verloren hat, so kann dieses Weizenfeld in dieser Weise auf Kosten des Untergrundes eben so lange auf einem gleichbleibenden Zustand der Fruchtbarkeit erhalten werden, als derselbe fruchtbar für Rüben und Luzerne bleibt.

Da aber die Rüben und Luzerne zu ihrer Entwickelung eine sehr große Menge Bodenbestandtheile bedürfen, so ist der Untergrund um so früher erschöpft, je weniger er davon enthält, und da er in Wirklichkeit von der Ackerkrume nicht getrennt ist, sondern unterhalb derselben liegt,

so kann er von allen den Bestandtheilen, die er verloren hat, kaum etwas zurück empfangen, weil die Ackerkrume den ihr davon zugeführten Theil zurück hält; nur dasjenige Kali, Ammoniak, die Phosphorsäure, Kieselsäure, welche die Ackerkrume nicht festhält und bindet, können in den Untergrund gelangen.

Durch die Cultur dieser tiefwurzelnden Gewächse kann mithin ein Ueberschuß von Nahrungsstoffen für alle Gewächse gewonnen werden, die ihre Nahrung vorzugsweise aus der Ackerkrume schöpfen; aber dieser Zufluß hat keine Dauer; in einer verhältnißmäßig kurzen Zeit gedeihen diese Gewächse auf vielen Feldern nicht mehr, weil der Untergrund erschöpft und seine Fruchtbarkeit nur schwierig wiederherstellbar ist. Zunächst kommt die Luzerne nicht mehr fort, und die Rüben gedeihen nur in so fern, als sie ihren vollen Bedarf von der Ackerkrume empfangen können. Die Kartoffeln halten am längsten aus, weil sie ihre Nahrung der obersten Schichte der Ackerkrume entziehen.

Die Menge von Nahrung, welche eine Pflanze aus dem Boden empfängt, hängt nicht allein ab von der Quantität, die sich in den kleinsten Theilen der Ackerkrume befindet, sondern auch von der Anzahl der Organe, welche diese Nahrung dem Boden entziehen. Zwei Wurzeln holen doppelt so viel als eine Wurzel.

Von der ersten Bewurzelung hängt zum Theil die Ernte ab.

Ein Weizen= oder Gerstenkorn enthält in seiner eigenen Masse eine so große Menge von Nahrungsstoffen, daß sie in der ersten Zeit ihrer Entwickelung den Boden nicht bedürfen; einfach durchfeuchtet entwickeln die Samen dieser Nährpflanzen zehn oder mehr Würzelchen von 6 bis 8 Linien Länge; je schwerer das Korn ist, um so stärker und kräftiger ist die Bewurzelung; ohne daß das Samenkorn von dem Boden irgend etwas empfängt, breitet es rings umher seine Aufsaugungsorgane aus, die ihm aus einer verhältnißmäßig großen Entfernung Nahrung zuführen. Auf die sorgfältige Wahl der Saatkorns legt darum der Landwirth einen besondern Werth.

Samen, welche sehr klein sind, wie die des Tabaks, Mohns, Klees, bedürfen einer reicheren oder wohl zubereiteten Bodenoberfläche, wenn nicht der größte Theil davon zu Grunde gehen soll, weil der Boden in der nächsten Nähe des Samens sogleich beim Keimen in Anspruch genommen wird, und Nahrung abgeben muß. Darum sind diese Pflanzen, wie der Landwirth sagt, schwieriger aufzubringen.

Die Samen der Nährpflanzen lassen sich einem Hühnerei vergleichen, welches alle zur Entwickelung des jungen Thieres nothwendigen Elemente in sich enthält, und sicherlich würde der Feldbau eine ganz andere Form annehmen, wenn für eine einzige Getreidepflanze eben so viele Samen wie beim Mohn, Tabak und selbst Klee zu Grunde gehen würden.

Auf einem und demselben Boden steht die Menge von Nahrung, die eine Pflanze daraus aufnimmt, im Verhältniß zu ihrer aufsaugenden Wurzeloberfläche; von zwei Pflanzenvarietäten, welche dieselbe Menge und ein

gleiches Verhältniß von mineralischer Nahrung bedürfen, nimmt die mit doppelter Wurzeloberfläche doppelt so viel Nahrung auf.

Wenn es wahr ist, daß die Aschenbestandtheile der Gewächse für das Leben und das Gedeihen der Pflanze unentbehrlich sind, so sieht man ein, daß Alles, was auch sonst auf das Wachsthum derselben einen fördernden Einfluß auszuüben vermag, untergeordnet ist dem Gesetz, daß der Boden, um in landwirthschaftlichem Sinn fruchtbar für eine Culturpflanze zu sein, die Aschenbestandtheile des Gewächses in hinlänglicher Menge und in der zur Aufnahme geeignetsten Beschaffenheit enthalten muß.

Mit dem Boden hat es der Landwirth allein zu thun, nur durch den Boden vermag er eine unmittelbare Wirkung auf die Pflanze auszuüben; die Erreichung aller seiner Zwecke auf die vollkommenste und vortheilhafteste Weise setzt voraus die genaue Kenntniß der im Boden wirksamen chemischen Bedingungen des Lebens der Gewächse, ihrer Nahrung und der Quelle, aus der sie stammt, so wie die Bekanntschaft mit den Mitteln um den Boden für die Ernährung der Pflanze geeignet zu machen, und Uebung und Geschicklichkeit, um sie in der rechten Zeit und richtigen Weise anzuwenden.

Aus den vorhergehenden Auseinandersetzungen ergiebt sich, daß die Cultur der Gewächse den fruchtbaren Boden erschöpft oder unfruchtbar macht; in den Früchten seiner Felder, welche zur Ernährung der Menschen und Thiere dienen, führt der Landwirth einen Theil seines Bodens, und zwar die zu ihrer Erzeugung dienenden wirksamen Bestandtheile desselben aus; fortwährend nimmt die Fruchtbarkeit seiner Felder ab, ganz gleichgültig, welche Pflanzen er baut, und in welcher Ordnung er sie baut. Die Ausfuhr seiner Früchte ist nichts anderes als eine Beraubung seines Bodens an den Bedingungen ihrer Wiedererzeugung.

Ein Feld ist nicht erschöpft für Korn, für Klee, für Tabak, für Rüben, so lange es noch lohnende Ernten ohne Wiederersatz der entzogenen Bodenbestandtheile liefert; es ist erschöpft von dem Zeitpunkt an, wo ihm die fehlenden Bedingungen seiner Fruchtbarkeit durch die Hand des Menschen wiedergegeben werden müssen. Die große Mehrzahl aller unserer Culturfelder ist in diesem Sinn erschöpft.

Das Leben der Menschen, Thiere und Pflanzen ist auf das Engste geknüpft an die Wiederkehr aller Bedingungen, welche den Lebensproceß vermitteln. Der Boden nimmt durch seine Bestandtheile Theil an dem Leben der Gewächse; eine dauernde Fruchtbarkeit ist undenkbar und unmöglich, wenn die Bedingungen nicht wiederkehren, die ihn fruchtbar gemacht haben.

Der mächtigste Strom, welcher Tausende von Mühlen und Maschinen in Bewegung setzt, versiegt, wenn die Flüsse und Bäche versiegen, die ihm das Wasser zuführen, und diese Flüsse und Bäche versiegen, wenn die vielen kleinen Tropfen, woraus sie bestehen, in dem

Regen an die Orte nicht wieder zurückkehren, von denen aus ihre Quellen entspringen.

Ein Feld, welches durch eine Aufeinanderfolge von Culturen verschiedener Gewächse seine Fruchtbarkeit verloren hat, empfängt das Vermögen, eine neue Reihe von Ernten derselben Gewächse zu liefern, durch Düngung mit Mist.

Was ist der Mist, und woher stammt der Mist? Aller Mist stammt von den Feldern des Landwirths; er besteht aus dem Stroh, welches als Streu gedient hat, aus Pflanzenresten und aus den flüssigen und festen Excrementen der Thiere und Menschen. Die Excremente stammen von der Nahrung.

In dem Brod, welches ein Mensch täglich genießt, verzehrt er die Aschenbestandtheile der Getreidesamen, deren Mehl zur Bereitung des Brodes gedient hat, in dem Fleisch die Aschenbestandtheile des Fleisches.

Das Fleisch der pflanzenfressenden Thiere, so wie dessen Aschenbestandtheile stammen von den Pflanzen ab, sie sind identisch mit den Aschenbestandtheilen der Samen der Leguminosen, so daß ein ganzes Thier zu Asche verbrannt eine Asche hinterläßt, die von der Asche von Bohnen, Linsen und Erbsen nicht im mindesten abweicht.

In dem Brod und Fleisch verzehrt mithin der Mensch die Aschenbestandtheile von Samen, oder von Samenbestandtheilen, welche der Landwirth in der Form von Fleisch seinen Feldern abgewinnt.

Von der großen Menge aller Mineralsubstanzen, welche der Mensch während seines Lebens in seiner Nahrung aufnimmt, bleibt in seinem Körper nur ein sehr kleiner Bruchtheil zurück. Der Körper eines erwachsenen Menschen nimmt von Tag zu Tag am Gewicht nicht zu, woraus sich von selbst ergiebt, daß alle Bestandtheile seiner Nahrung vollständig wieder aus seinem Körper ausgetreten sind.

Die chemische Analyse weist nach, daß die Aschenbestandtheile des Brodes und Fleisches in seinen Excrementen sehr nahe in eben der Menge wie in der Nahrung enthalten sind; die Nahrung verhielt sich in seinem Leib, wie wenn sie in einem Ofen verbrannt worden wäre.

Der Harn enthält die im Wasser löslichen, die Fäces die unlöslichen Aschenbestandtheile der Nahrung; die stinkenden Bestandtheile sind der Rauch und Ruß einer unvollkommenen Verbrennung; außer diesen sind unverdaute oder unverdauliche Nahrungsreste beigemengt.

Die Excremente des mit Kartoffeln gefütterten Schweins enthalten die Aschenbestandtheile der Kartoffeln, die des Pferdes die Aschenbestandtheile des Heues und Hafers, die des Rindviehes die Asche der Rüben, des Klees ꝛc., die zu ihrer Ernährung gedient haben. Der Stallmist besteht aus einem Gemenge aller dieser Excremente zusammen.

Durch den Stallmist wird die Fruchtbarkeit eines durch die Cultur erschöpften Feldes vollkommen wieder hergestellt; dies ist eine durch die Erfahrung von Jahrtausenden vollkommen festgestellte Thatsache.

In dem Stallmist empfängt das Feld eine gewisse Quantität von organischen, d. h. verbrennlichen Stoffen und Aschenbestandtheilen der verzehrten Nahrung. Es ist jetzt die Frage zu erörtern, welchen

Antheil die verbrennlichen und unverbrennlichen Bestandtheile des Mistes an dieser Wiederherstellung der Fruchtbarkeit hatten.

Die oberflächlichste Betrachtung eines Culturfeldes giebt zu erkennen, daß alle verbrennlichen Bestandtheile der Gewächse, welche auf dem Felde geerntet werden, aus der Luft, und nicht vom Boden stammen.

Wenn der Kohlenstoff nur eines Theils der geernteten Pflanzenmasse von dem Boden geliefert würde, so ist es klar wie der Tag, daß, wenn er eine gewisse Summe vor der Ernte davon enthält, diese Summe nach jeder Ernte kleiner werden müßte. Ein an organischen Stoffen armer Boden müßte minder fruchtbar sein als ein daran reicher.

Die Beobachtung zeigt, daß ein in Cultur gehaltener Boden in Folge der Culturen nicht ärmer an organischen oder verbrennlichen Stoffen wird. Der Boden einer Wiese, von welcher man per Hectare in zehn Jahren 1000 Centner Heu genommen hat, ist nach diesen zehn Jahren an organischen Stoffen nicht ärmer, sondern reicher wie zuvor. Ein Kleefeld behält nach der Ernte in den Wurzeln, die dem Felde verbleiben, mehr organische Stoffe, mehr Stickstoff als es ursprünglich enthielt; es ist aber unfruchtbar für den Klee geworden, es liefert keine lohnende Ernte mehr.

Ein Weizenfeld, ein Kartoffelfeld ist nach der Ernte nicht ärmer an organischen Stoffen als vorher. Im Allgemeinen bereichert die Cultur den Boden an verbrennlichen Bestandtheilen, aber seine Fruchtbarkeit nimmt dennoch stetig ab; nach einer Reihe von aufeinanderfolgenden lohnenden Ernten von Korn, Rüben und Klee gedeihen das Korn, die Rüben, der Klee auf demselben Felde nicht mehr.

Da nun das Vorhandensein von verwesbaren organischen Stoffen im Boden dessen Erschöpfung durch Culturen nicht im mindesten aufhält oder aufhebt, so kann durch eine Vermehrung dieser Stoffe die verlorene Ertragsfähigkeit unmöglich wieder hergestellt werden.

In der That gelingt es nicht einem völlig erschöpften Felde durch Einverleibung von ausgekochten Sägespänen oder von Ammoniaksalzen, oder durch beide zusammen die Fähigkeit wieder zu geben, dieselbe Reihe von Ernten zum zweiten- und drittenmal zu liefern. Wenn diese Stoffe die physikalische Beschaffenheit des Bodens verbessern, so üben sie einen günstigen Einfluß auf die Erträge aus; allein ihre Wirkung ist zuletzt immer die, daß sie die Erschöpfung der Felder beschleunigen und vollständiger machen.

Der Stallmist stellt aber die Fähigkeit des Feldes, dieselben Reihen von Ernten zum zweiten, dritten und hundertsten Male zu liefern, auf das Vollständigste wieder her; der Stallmist hebt den Zustand der Erschöpfung des Feldes je nach seiner Quantität völlig auf, seine Zufuhr macht das Feld fruchtbarer, in vielen Fällen mehr als es je gewesen ist.

Von den beigemengten verbrennlichen Stoffen (von Ammoniaksalzen und der Substanz verwesender Sägespäne) kann die Wiederherstellung

der Fruchtbarkeit durch den Stallmist nicht bedingt gewesen sein; wenn diese eine günstige Wirkung hatten, so war sie untergeordneter Natur. Die Wirkung des Stallmistes beruht ganz unzweifelhaft auf seinem Gehalt an den unverbrennlichen Aschenbestandtheilen der Gewächse, die er enthält, und wird durch diese bedingt.

In dem Stallmist empfing das Feld in der That eine gewisse Menge von allen den Bodenbestandtheilen wieder, welche dem Felde in den darauf geernteten Früchten entzogen worden waren; die Abnahme der Fruchtbarkeit des Feldes stand im Verhältniß zu der Beraubung, die Wiederherstellung der Fruchtbarkeit sehen wir im Verhältniß stehen zu dem Ersatz an diesen Bodenbestandtheilen.

Die unverbrennlichen Elemente der Culturgewächse kehren nicht von selbst auf die Felder zurück, wie die verbrennlichen in das Luftmeer, aus dem sie stammen; durch die Hand des Menschen allein kehren die Bedingungen des Lebens der Gewächse auf die Felder zurück; in dem Stallmist, in dem sie enthalten sind, stellt der Landwirth naturgesetzlich die verlorene Ertragsfähigkeit wieder her.

Die rationelle Praxis erhält den Kreislauf aller Bedingungen des Lebens; die empirische Praxis zerreißt die Kette, welche den Menschen an seine Heimath fesselt, indem sie dem Boden eine Bedingung seiner Fruchtbarkeit nach der andern raubt. Obwohl sie weiß, daß der Boden heute anders ist als er gestern war, so glaubt sie dennoch, daß er morgen sein wird was er heute war. Die Empirie, auf die Erfahrung von gestern gestützt, lehrt daß der fruchtbare Boden unerschöpflich sei; die Wissenschaft, auf das Gesetz gestützt, zeigt, daß die Fruchtbarkeit auch des fruchtbarsten ihr Ende habe, und was unerschöpflich scheine, sei erschöpft. Weil die Natur gütig war und den Vätern vollauf gab, so meint die Empirie, die Söhne dürften sorgenlos und vollauf nehmen. Daran, daß der Mensch eine Heimath habe, und daß der Erdenfleck, den er mit seinem Schweiße benetzt um die Mittel zu seiner Existenz zu gewinnen, seine Heimath ist, knüpft sich die Entwickelung des Menschengeschlechtes. Die Dauer seines Fortbestehens in seiner Heimath hängt ab von dem Gesetz: daß die Kraft im Verbrauche sich verzehrt und im Ersatze sich erhält.

## Fünfundvierzigster Brief.

Das Leben und die Entwickelung eines organischen Wesens kann nicht abhängig gedacht werden von Zufälligkeiten; die Aufnahme seiner Nahrung, das Zusammentreten ihrer Bestandtheile zu belebten Gebilden, alle organischen Vorgänge finden wir durch Gesetze der Nothwendigkeit und gegenseitiger Abhängigkeit beherrscht und geregelt, welche gleich den Rädern in dem Triebwerk einer Maschine, nur unendlich vollkommener, in einander greifen, und die alle seine Lebensäußerungen, sein Bestehen und seine Fortdauer vermitteln.

Die chemische Analyse hat ergeben, daß in den Samen der Getreidearten und Hülsenfrüchte die schwefel= und stickstoffhaltigen Bestandtheile derselben, die in dem Ernährungsproceß der Menschen und Thiere zur Bildung der verbrennlichen Bestandtheile ihres Blutes dienen, stets begleitet sind von phosphorsauren Alkalien und alkalischen Erden, und daß zwischen beiden für jeden Samen ein festes unveränderliches Verhältniß besteht. Wenn in einer Samensorte der procentische Gehalt an Phosphorsäure steigt oder fällt, so nimmt in gleichem Verhältniß der Gehalt an seinen blutbildenden Bestandtheilen ab oder zu.

Die chemische Analyse zeigt ferner, daß in dem Blut eines Menschen, welcher von Brod, oder in dem eines Thieres, welches von Samen lebt, die nämlichen unverbrennlichen Bestandtheile wie in dieser Nahrung enthalten sind. Die Aschenbestandtheile des Blutes des Rindviehes, Schafes, Schweines entsprechen den Aschenbestandtheilen der Rüben, Kräuter oder Kartoffeln, womit diese Thiere ernährt worden sind.

Die mineralischen Bestandtheile der Pflanzen und Pflanzentheile sind aber zum Leben der Thiere, zur Bildung ihres Blutes und zu den Functionen des Blutes eben so unentbehrlich wie zum Leben der Pflanzen.

Die Phosphorsäure ist ein Bestandtheil des Gehirns und der Nerven, die phosphorsauren Alkalien und alkalischen Erden sind Bestandtheile des Fleisches aller Thiere; ein warmblütiges Thier ohne Knochen (phosphorsaurer Kalk) ist für uns nicht denkbar. Die Asche der Futtergewächse ist reich an kohlensaurem Alkali und Kochsalz. Das Blut der grasfressenden Thiere ist reich an kohlensauren Alkalien, das Kochsalz dient zur Bildung des darin enthaltenen kohlensauren Natrons.

Die Asche der Theeblätter, deren Aufguß von dem Menschen genossen wird, enthält 17 Procent, die der Maulbeerblätter, von welchen die Seidenraupe lebt, enthält nicht über 5 Procent Phosphorsäure. Jede dieser Zahlen hat ihre physiologische Bedeutung.

Wäre es möglich, daß eine Pflanze sich entwickeln, blühen und Samen tragen könnte, ohne die Mitwirkung der Bodenbestandtheile, so würde sie für Menschen und Thiere vollkommen werthlos sein.

Neben einer Schüssel voll rohen oder gekochten Eiweißes und Eigelbs, denen ein Hauptbestandtheil zur Blutbildung fehlt, stirbt ein Hund den Hungertod. Der erste Versuch belehrt ihn, daß diese Nahrung für seinen Ernährungszweck eben so wirkungslos ist, als wenn er einen Stein genösse.

Die Aschenbestandtheile der Rüben, der Wiesenpflanzen ꝛc. vermitteln deren Ernährungswerth; wären sie nicht darin vorhanden, so würden dieselben von dem Pferd oder der Kuh nicht gefressen werden.

Ueberall in der Natur walten die ordnenden Gesetze, welche das Leben an die Erde fesseln und in ewiger Frische und Dauer erhalten; nur da wird die Erde alt und die Keime des Lebens verlöschen, wo der Mensch in seiner Beschränktheit ihre Existenz verleugnet und verkennt, wenn er dem Kreislauf der Bedingungen des Lebens entgegentritt, und ihr Zusammenwirken stört und hemmt.

Es gehört wohl zu den seltsamsten, wenn auch nicht zu den unerklärlichen Erscheinungen in unserer Zeit, daß die Existenz dieser Naturgesetze von einer großen Zahl praktischer Landwirthe, gerade von solchen Männern geleugnet wird, welche täglich in der Lage sind, die Merkzeichen ihres Bestehens in ihrem Betriebe wahrzunehmen, daß die ausgezeichnetsten und anerkannt geschicktesten Lehrer der praktischen Landwirthschaft seit 16 Jahren bemüht gewesen sind, und sich in der neuesten Zeit bemüht haben, zu beweisen, daß diese Gesetze für fruchtbare Felder keine Geltung haben; daß die Steigerung der Fruchtbarkeit eines Feldes durch die Brache die mechanische Bearbeitung und Hinwegnahme der Bodenbestandtheile in den Ernten die Dauer der Fruchtbarkeit nicht beeinträchtige; daß der Boden dauernd seine Fruchtbarkeit bewahre, auch wenn ihm die entzogenen Bodenbestandtheile nicht wieder ersetzt, d. h. die Zusammensetzung des Bodens nicht wieder hergestellt werde; sie lehren, daß ein fruchtbares Feld unerschöpflich sei an den Aschenbestandtheilen der Gewächse, und demzufolge niemals Mangel daran haben kann; daß die Fruchtbarkeit der Felder im Verhältniß stehe zu ihrem Gehalt an verbrennlichen Bestandtheilen, an Humus und Stickstoff; daß der Mangel an Fruchtbarkeit auf einem Mangel, und die Erschöpfung der Felder auf der Entziehung von Stickstoff beruhe. Der Mist, so behaupten sie, wirke nicht, weil dem Boden darin wiedergegeben werde was man ihm im Korn, im Klee, in den Rüben, dem Tabak, Flachs, Hanf, Krapp, Wein ꝛc. von seinen Bestandtheilen genommen, sondern der Mist wirke durch seine verbrennlichen Bestandtheile, und seine Wirkung stehe im Verhältniß zu seinem Gehalt an Stickstoff; seine unverbrennlichen

Bestandtheile sehen blos zu wie die andern wirken, wie etwa der Mond zusieht wenn es thaut.

Die wissenschaftlichen Beweise seiner Irrthümer betrachtet der praktische Mann mit mitleidigem Lächeln, aber dieses Lächeln entspringt nicht aus dem Gefühle der Ueberlegenheit, welches das bewußte Wissen einflößt, sondern aus einer andern Quelle.

Die chemische Analyse mit ihren strengen Methoden beweist, daß es unter tausend Feldern kaum ein einziges giebt, welches von den Aschenbestandtheilen der Kleepflanze z. B. mehr als ein Procent in dem zum Bedarf der Kleepflanze richtigen Verhältniß enthält.

Im Jahre 1848 ließ das königliche Landesökonomiecollegium in Berlin die Ackererde von vierzehn verschiedenen Orten des Königreichs einer chemischen Untersuchung unterwerfen. Die Proben wurden von möglichst gleichförmigen Feldern genommen, und jede derselben drei verschiedenen Chemikern zur Analyse übergeben. Das Ergebniß dieser Analyse ist, daß an Phosphorsäure und Kali (letzteres in wahrscheinlich aufnehmbarem Zustande) fünf Felder $^2/_{10}$ Procent, sechs zwischen $^3/_{10}$ und $^5/_{10}$ und drei zwischen $^5/_{10}$ und $^6/_{10}$ Procent im Mittel enthielten.

Diese Analysen lehren nicht, daß ein Boden, welcher $^6/_{10}$ Procent an diesen Bodenbestandtheilen enthält, darum fruchtbarer ist als ein anderer, in dem sich nur $^2/_{10}$ Procent befinden, aber das Mehr oder Weniger zeigen sie mit ziemlicher Sicherheit an.

Die Praxis dagegen behauptet, daß alle Felder die Aschenbestandtheile aller Gewächse in unerschöpflicher Menge enthielten.

Die chemische Analyse weist nach, daß in dem geernteten Klee, und zwar in seinen Aschenbestandtheilen, dem Felde ganz bestimmt und zweifellos eine Anzahl von den Bedingungen seiner Fruchtbarkeit für die Kleepflanze genommen werde; sie zeigt, daß in den Excrementen von Thieren, die mit Klee gefüttert wurden, die Aschenbestandtheile der Kleepflanze enthalten sind, und daß demnach in einem solchen Miste die Aschenbestandtheile wiedergegeben werden, die man dem Feld in dem Klee genommen hat.

In Uebereinstimmung mit der wissenschaftlichen Lehre, daß die Erschöpfung des Kleefeldes auf der Beraubung, und die Wiederherstellung seiner Fähigkeit, eine neue Reihe von Klee-Ernten zu liefern durch den Stallmist, auf dem Ersatz an den Aschenbestandtheilen des Klees wirklich beruht haben, weist sie aus den Schriften der erfahrensten Landwirthe nach: daß ein Feld, welches keinen Klee trägt, für die Kleepflanze fruchtbar gemacht werden kann, so daß es reiche Klee-Ernten liefert, wenn man es mit Holzasche düngt, welche die nämlichen Aschenbestandtheile wie die Kleepflanze enthält, daß in den Niederlanden, Flandern die Aschendüngung für diesen Zweck ganz allgemein im Gebrauch ist, und daß es in Westfalen zum Sprüchwort geworden ist: Wer kein Geld für Asche ausgiebt, zahlt doppelt. (Schwerz, Anleitung zum prakt. Ackerbau Bd. II. S. 323.) Es ist eine allbekannte Thatsache, daß auf einer Wiese, auf welcher keine Klee-

pflanzen wahrnehmbar sind, nach dem Ueberstreuen mit Holzasche Tausende von Kleepflanzen zum Vorschein kommen.

Die chemische Analyse zeigt zuletzt, daß zwischen dem Boden und allen Pflanzen, welche darauf gewachsen sind, ganz ähnliche Beziehungen bestehen, daß ein Feld, welches fruchtbar für Stroh und unfruchtbar für den Samen geworden ist, eine reiche Ernte an Korn trägt, wenn dasselbe mit den Aschenbestandtheilen des Korns, in vielen Fällen mit phosphorsaurem Kalk allein gedüngt worden ist.

Im vollkommenen Gegensatz mit der modernen Lehre unserer Landwirthe ist es durch unwidersprechliche Thatsachen erwiesen, daß mit dem Gehalt eines Bodens an organischen oder verbrennlichen Stoffen, oder mit deren Zufuhr allein, die Fruchtbarkeit der Felder nicht zunimmt; daß die daran reichsten Felder in der Regel unfruchtbar sind, daß die Düngung eines Weizenfeldes mit stickstoffreichen Stoffen, mit Ammoniaksalzen z. B., den Kornertrag derselben in vielen Fällen vermindert statt zu erhöhen; daß der Klee-Ertrag dadurch nicht zunimmt, daß das Ammoniak und stickstoffreiche Düngmittel nur dann einen günstigen Einfluß auf die Erträge ausüben, wenn sie begleitet sind von den Aschenbestandtheilen der Gewächse; daß sie für sich nur auf solche Felder eine günstige Wirkung haben, welche an den Aschenbestandtheilen der Pflanze reich sind, und daß die fortgesetzte Anwendung derselben in diesem Fall diese Felder noch vollkommener erschöpft, d. h. für weitere Culturen noch unfruchtbarer macht, als diese ohne ihre Mitwirkung geworden wären. Wenn die Felder wirklich eine so große Menge von den Aschenbestandtheilen der Gewächse enthielten, daß sie durch die Cultur derselben daran nicht erschöpft werden könnten; wenn ihre Fruchtbarkeit abhängig wäre von der Gegenwart und ihre Erschöpfung von dem Mangel an ammoniak- oder stickstoffreichen Stoffen, so müßte man durch die Zufuhr derselben allein, also auch *ohne Zufuhr von Aschenbestandtheilen*, einem Feld eine unendliche Reihe von vollen Ernten abgewinnen können; es ist aber eine völlig erwiesene und unwiderlegliche Thatsache, daß ohne den Ersatz der in den Ernten hinweggenommenen Aschenbestandtheile die Erhaltung der Fruchtbarkeit unserer Felder *unmöglich* ist; es geht hieraus hervor, daß der Stallmist nicht durch seine verbrennlichen Bestandtheile wirkt, und daß diese, wenn ihnen überhaupt auf irgend einem Feld eine günstige Wirkung zukommt, diese günstige Wirkung nur haben, *wenn* und *weil* sie begleitet sind von den Aschenbestandtheilen der Gewächse, die man dem Feld in den vorhergehenden Ernten genommen hat und die ihm fehlen.

Ich glaube kaum, daß es unter den Lesern dieser Briefe einen einzigen Mann geben dürfte, der, im logischen Denken geübt, an der Wahrheit der Schlußfolgerungen zweifeln könnte, die sich an die chemische Analyse des *Bodens*, der *Gewächse* und des *Stallmistes* knüpfen; diese Analysen sind zu Tausenden in Deutschland, England, Frankreich von den verschiedensten Chemikern angestellt worden, und Alle stimmen in ihren Resultaten vollkommen überein, und wenn überhaupt die Wahrheit der Existenz einer Thatsache durch die Wage ermittelbar ist, so ist

unter allen Thatsachen in dem ganzen Gebiet der Chemie keine fester gestellt als die: daß die Ackerkrume auch des fruchtbarsten Feldes eine im Verhältniß zu ihrer chemisch nicht wirksamen Masse ganz außerordentlich geringe Menge von den Aschenbestandtheilen der Gewächse enthält, und es reicht vielleicht hin, um davon einen Begriff zu geben, wenn ich erwähne, daß den geschicktesten Chemikern vor dem Jahr 1834 das Kali als Bestandtheil der Ackerkrume, des Thons und der Kalksteine in ihren Analysen entgangen war, weil dessen Menge so gering ist, und daß vor der Entdeckung neuer und vorher unbekannter Reagentien der einfache Nachweis der Anwesenheit der Phosphorsäure (der quantitativen Bestimmung gar nicht zu gedenken) im Boden mit den allergrößten Schwierigkeiten verknüpft war. Die naturphilosophische Ansicht, daß das Kali, der Kalk, die Phosphorsäure Erzeugnisse des organischen Lebensprocesses oder der Lebenskraft seien, fand eben darin früher ihre Berechtigung.

Was die Fels- und Gebirgsarten betrifft, aus deren Zertrümmerung und darauf folgender Verwitterung die Ackererde entstanden ist, so weiß man, daß die Zusammensetzung derselben unendlich abweicht. Es giebt Felsarten, welche reich an Kali sind, und die, wie der Feldspath, keinen Kalk enthalten; in andern fehlt die Kieselsäure oder die Bittererde, oder sie enthalten, wie die Kalksteine, nur Spuren von Alkalien; nur ausnahmsweise ist es gelungen, in manchen Felsarten, die nicht zu den verbreitetsten gehören, die Phosphorsäure durch die Analyse dem Gewicht nach zu bestimmen.

Wie das Gold in den Golddistricten Amerika's und Australiens, ist die Ackerkrume das Residuum der Einwirkung mächtiger mechanischer Ursachen auf die Gesteine, die ihre Zertrümmerung, und chemischer Ursachen, die ihre Zersetzung und Aufschließung bewirkt haben. Der granitische Kies in der Umgegend von Darmstadt, in welchem man Feldspath, Glimmer und Quarztheile deutlich erkennt, ist eben so unfruchtbar wie der reine Quarzsand oder gepulverte Marmor. Es gehörte vielleicht ein Jahrtausend dazu, um eine linienhohe Schicht Ackerkrume, so wie man sie in den Ebenen weiter Flußthäler und Niederungen abgelagert findet, aus manchen Felsarten, aus Basalt, Granit, Porphyr, Trachit ꝛc., zu bilden, und derselben die physikalische und chemische Beschaffenheit zu geben, die sie für das Pflanzenleben geeignet macht.

Unsere modernen Lehrer der Landwirthschaft lehren, daß der fruchtbare Boden an den Aschenbestandtheilen der Gewächse, welche Bedingungen ihres Lebens sind, unerschöpflich sei, und der gegenwärtige landwirthschaftliche Betrieb ist in allen seinen Beziehungen auf diese Ansicht und darauf begründet, daß die Erhöhung und Steigerung der Erträge der Felder *nur*, oder vorzugsweise nur, durch die Zufuhr von organischen Stoffen, deren Elemente nicht vom Boden, sondern aus der Atmosphäre genommen sind, bewirkt werden könne.

In so praktischen Fragen, die sich auf *Boden*, *Ernteerträge* und *Düngung* beziehen, behauptet die praktische Landwirthschaft, habe

die Geologie und Chemie keine Stimme, nur die Erfahrung könne entscheiden, und diese bestätigte die Schlüsse der Naturwissenschaft nicht.

Wir wollen jetzt untersuchen, worin diese Erfahrungen bestehen, und auf welche Gründe sie ihre Lehre stützen; ist sie echt und wahr, so muß sie die Dauer der Fruchtbarkeit fruchtbarer Felder sicher stellen; sie muß dem praktischen Landwirth die Mittel schaffen, die Fruchtbarkeit der durch die Cultur erschöpften Felder wieder herzustellen. Wenn der, welcher dieser Lehre folgt, an diesen Mitteln jemals Mangel hat, so ist sie verurtheilt.

Seitdem der Streit über die wissenschaftlichen Grundsätze des Feldbaues begonnen hat, sind mir von vielen trefflichen Landwirthen die interessantesten Belege aus ihrer Praxis für die Wahrheit dieser Grundsätze mitgetheilt worden, die sie Bedenken trugen in einer landwirthschaftlichen Zeitschrift bekannt zu machen, um nicht in einen Kampf verwickelt zu werden, zu dessen Durchführung, wie sie in ihrer allzu großen Bescheidenheit sich ausdrückten, ihnen die dazu nöthigen gründlichen wissenschaftlichen Kenntnisse fehlten. Ich stehe, wie man sich denken kann, in der Stellung, die ich bekleide, zu Landwirthen, die ihr Feld selbst bauen, nur in socialen, für mich sehr lehrreichen und angenehmen Beziehungen, und wenn in diesen Briefen von der praktischen Landwirthschaft oder von praktischen Landwirthen die Rede ist, so können selbstverständlich nur die schriftstellernden praktischen Landwirthe und diejenigen darunter gemeint sein, welche die landwirthschaftlichen Lehren durch Schrift und Wort vertreten. Unter unsern Landwirthen befindet sich eine große Anzahl von Männern der höchsten Intelligenz und Bildung, welche, gleich dem römischen Gentleman, General, Gesetzgeber und Consul der besten Zeit des alten Roms, die Landwirthschaft als das edelste Gewerbe aus Neigung betreiben und ihre Güter selbst verwalten, und niemand kann verständigerweise verlangen, daß diese Männer Rechenschaft ablegen sollen über Ansichten und Lehren, die sie nicht gemacht, sondern als Lernende einfach in sich aufgenommen haben.

Ein ganz anderes Verhältniß besteht zwischen der Wissenschaft und den Lehrern der praktischen Landwirthschaft, deren Competenz, in den vorliegenden wichtigen Fragen ein Urtheil abzugeben, nicht bestritten werden darf; von ihnen muß gebieterisch verlangt werden, daß sie mindestens von den Anfangsgründen der Chemie, Physik und Geologie so viel als in den Schulen gelehrt wird, in den Streit mitbringen, so daß kein Zweifel über ihre intellectuelle Fähigkeit, die Fragen, um die es sich handelt richtig zu verstehen, aufkommen kann.

Die einfache Darlegung der Ansichten und Meinungen aus der neuesten Schrift eines der anerkannt tüchtigsten und einflußreichsten Lehrer der Landwirthschaft über die Zusammensetzung des Bodens, die Ursachen seiner Fruchtbarkeit und Erschöpfung und die Wirkung des Mistes, wird hinreichen sich hierüber ein Urtheil zu bilden. Diese Schrift ist ausdrücklich von ihrem Verfasser bestimmt, um die wissen=

schaftliche Lehre zu berichtigen und in Einklang mit den praktischen Erfahrungen zu bringen*).

In der Anwendung seiner Theorie auf die Praxis stellt der Verfasser dieser Schrift als obersten Grundsatz auf, daß:

„der Gesammtboden (Ackerkrume und Untergrund) an denjenigen mineralischen Nahrungsstoffen, die er einmal von Natur habe, und die er den Pflanzen durch Verwitterung liefere, so gut wie unerschöpflich sei.“ (S. 116.)

Die von ihm selbst gestellte Frage:

„ob unsere Felder oder deren Boden so beschaffen sei, daß er in kürzerer oder längerer Zeit seiner löslichen und unlöslichen Mineralbestandtheile durch die Entziehung mittelst der Ernte ohne Wiederersatz völlig bar werde?“ S. 28 beantwortet er in folgender Weise:

„Der Boden ist verwitterte Gebirgsart, und er ruht entweder auf der Gebirgsart, aus welcher er verwittert ist, oder anderswo; der translocirte Boden kann sich trotz seiner Translocation gleich geblieben sein, und entspricht wenigstens der Gebirgsart, aus der er entstanden ist. (S. 29 u. ff.)

„Alle Gebirgsarten verwittern; da, wo die Verwitterungsproducte nicht entfernt wurden, blieben sie oben darauf liegen.

„Die Verwitterung der Gebirgsarten wird hauptsächlich durch die Atmosphärilien bewirkt, sie greifen die Gebirgsart tief unter dem auf ihr liegenden Verwitterungsschutt an.

„Wenn nun ein Boden fruchtbar ist für eine gegebene Pflanzengattung, und wenn er die mineralischen Nahrungsstoffe für diese Pflanze in gehöriger Menge und im richtigen Verhältniß und in der zur Aufnahme geeigneten Beschaffenheit enthält, als Verwitterungsboden noch auf seiner ursprünglichen Stelle liegt, so *enthält auch die unten liegende Gebirgsart die gleichen mineralischen Nahrungsmittel* wie der Boden und Untergrund im gleichen Verhältnisse.

„Wenn wir dem Boden durch die Ernte seine Bestandtheile entziehen, so nimmt sein Volum ab, und die Atmorsphärilien kommen der Gebirgsart dadurch näher. Verwittert die Gebirgsart in gleichem Maß, so wie wir oben dem Boden seine Bestandtheile entziehen, so werden wir demselben ohne Ersatz der mineralischen Nahrungsmittel so lange Ernten entziehen können, bis dieselben im Boden und in der Gebirgsart aufgezehrt sind.

„Angenommen ein Hectare Feld wiege 4½ Millionen Kilogramme, und enthalte 10 Procent von den mineralischen Nahrungsmitteln der Weizenpflanze im richtigen Verhältniß und in aufnehmbarem Zustande, so könnte ein solcher Acker ohne Zuschuß 1829 Getreideernten hervorbringen; eine reine Dreifelderwirthschaft könnte 2742 Jahre ohne Wieder-

*) Ueber die Ernährung der Agricultur-Pflanzen. Eine Beleuchtung der 50 Thesen des Freiherrn Justus von Liebig von landwirthschaftlicher Seite durch Gustav Walz, Director der land- und forstwirthschaftlichen Akademie in Hohenheim. Stuttgart, Cotta 1857.

ersatz von Mineralstoffen existiren; wäre die Gebirgsart beim Beginn der Wirthschaft, wie dies bei der Mehrzahl derselben der Fall ist, schon auf mehrere Fuß tief verwittert, so hat die Dreifelderwirthschaft für je einen Fuß Tiefe Aussicht noch weitere 2742 Jahre zu existiren. Nach dieser Zeit wird aber die Gebirgsart unter dem Untergrund wohl auch wieder verwittern, und so ist so lange Aussicht zur Fortführung der Wirthschaft, bis die den Boden bildende Gebirgsart gänzlich verwittert und die Nahrungsbestandtheile verzehrt sind. Dann liegt aber wieder eine andere Gebirgsart unter ihr 2c.

„Dadurch, daß wir dem Boden alljährlich Aschenbestandtheile entziehen, nimmt sein Volum ab. Die Landwirthe halten aber ihre Ackerkrume gleich tief, und holen vom Untergrund eine gleiche Masse Boden wieder herauf. Wenn alle mineralischen Nahrungsmittel in dem angenommenen Boden aufgezehrt sind, so haben wir 10 Procent aus dem Boden verloren, und 10 Procent aus dem Untergrund gehoben. Diese gehobene Masse enthält aber nur 10 Procent mineralische Nahrungsmittel, es wird daher nur $^1/_{10}$ der entzogenen Stoffe ersetzt, die übrigen $^9/_{10}$ sind Ballast; die zweite Periode der angeführten Dreifelderwirthschaft würde also nicht 2742 Jahre, sondern nur den zehnten Theil, 274 Jahre, dauern; und nach mehreren solcher Perioden wäre das Feld erst erschöpft. Am Ende bliebe nichts als unauflösliche Kieselerde und Thon zurück. Um die Fruchtbarkeit dieses Bodens von mineralischer Seite her zu erhalten, müßte man nun dem Boden die entzogenen Aschenbestandtheile wieder zuführen, oder den Ballast, der auf dem Untergrund liegt, entfernen. In dieser Operation hilft uns die Natur nach, indem der Boden, je nach seiner mehr oder weniger geneigten Lage, alljährlich abgeschwemmt wird.

„Endlich kommt in Beziehung auf den Ersatz an den Mineralstoffen dem Boden noch zu gut, daß selbst Regen und Wind ihm mineralische Bestandtheile zuführen.

So dürfte sich der nach kürzerer oder längerer Zeit nöthige Wiederersatz der durch die Ernten entzogenen Bodenbestandtheile, bei einem Boden, wie wir ihn angenommen haben, auf Jahrtausende erstrecken, bei einem Gehalt von 1 Procent auf Jahrhunderte, bei $^1/_{10}$ Procent auf Jahrzehnte.

„Auf ähnliche Weise wie der auf seiner ursprünglichen Stelle ruhende Verwitterungsboden verhält sich der translocirte; die unter ihm liegende Gebirgsart wird ebenfalls verwittern 2c."

Diese Beweisführung schließt unser Lehrer der praktischen Landwirthschaft mit den Worten: „Die beiden Punkte, nämlich:

die Steigerung der Fruchtbarkeit eines Feldes durch die Brache und die mechanische Bearbeitung und Hinwegnahme der Bodenbestandtheile in den Ernten ohne Ersatz derselben, hat in kürzerer oder längerer Zeit eine dauernde Unfruchtbarkeit zur Folge; ferner: wenn der Boden seine Fruchtbarkeit dauernd bewahren soll, so müssen ihm nach kürzerer oder längerer Zeit die entzogenen Boden=

bestandtheile wieder ersetzt, d. h. die Zusammensetzung des Bodens muß wieder hergestellt werden,

haben daher in der Jetztzeit nur auf die schlechtesten Bodenarten, die ab ovo der Zufuhr bedürftig wären, Anwendung." (W. S. 34.)

Die so eben gegebene Beweisführung eines unserer anerkannt besten Lehrer der praktischen Landwirthschaft, welche im Einklang stehen soll mit seinen landwirthschaftlichen Erfahrungen, dürfte ganz geeignet sein bei vielen unserer nachdenkenden Landwirthe gerechte Bedenken über die Wahrheit der herrschenden landwirthschaftlichen Lehre zu erwecken.

Der einfache gesunde Menschenverstand verlangt zur Führung des Beweises, daß nur die schlechtesten Bodenarten, um eine neue Ernte zu geben, des Ersatzes an den hinweggenommenen Bodenbestandtheilen bedürftig wären, einen vollständigen Nachweis aus dem gewöhnlichen landwirthschaftlichen Betrieb, daß fruchtbare Felder, um fruchtbar zu bleiben, dieser Zufuhr thatsächlich nicht bedürfen, daß sie seit zehn, zwanzig oder hundert Jahren jedes Jahr Ernten geliefert haben, ohne irgend einen Ersatz an den hinweggenommenen Bodenbestandtheilen zu empfangen!

Diesen Beweis, den einzigen, den der Beweisführer zur Widerlegung der Resultate der chemischen Analysen des Bodens von seinem Standpunkt aus führen könnte, ist er uns schuldig geblieben, eben so wie die Feststellung des Begriffs von einem „fruchtbaren Feld"; es ist nämlich klar, daß wenn er unter einem fruchtbaren Feld nur solche Felder meint, wie sie sich ausnahmsweise in Ungarn, in manchen Theilen von Rußland, in Niederungen und Thälern, die als Wiesen benutzt werden, finden, und welche unerschöpflich scheinen, weil sie noch nicht erschöpft sind, so gehören 99 von 100 Feldern, die man in Bayern, Preußen, Sachsen fruchtbar nennt, zu den schlechtesten Bodenarten — eine Ansicht, die man nicht unterstellen kann.

Unser Lehrer der praktischen Landwirthschaft hält sich an alle diese thatsächlichen Dinge nicht, sondern er schafft sich seine Beweismittel in eigener Weise. Ohne uns zu sagen was er unter einer Gebirgsart, Boden oder Untergrund versteht, und welche Gebirgsart, Boden oder Untergrund er meint, verfährt er mit diesen Bezeichnungsweisen, wie wenn alle Boden-, Gebirgs- und Untergrundarten identisch wären, und läßt uns glauben, daß alle Bodenarten nach ihrer Erschöpfung durch Ernten Quarz und Thon als Residuum hinterlassen, was er im Ernst nicht wird behaupten wollen, indem sonst ein großer Theil von Württemberg ohne allen Boden wäre.

Um zu einem Verständniß zu kommen, ist es nöthig, daß man sich versteht; wenn aber der Eine bald dies, bald jenes unter einem Wort verstanden haben will, so versteht ihn eben der Andere nicht, denn es gehören zum Verstehen ganz bestimmte Begriffe. Ein wissenschaftlicher Begriff ist nichts anderes als ein gewöhnlicher Begriff, nur abgegrenzt und von unveränderlichem Inhalt.

Wenn ein Landwirth von seinem Vieh spricht, das ihm Milch und

gleichzeitig Dünger giebt, so weiß sein Nachbar Landwirth, daß damit „Kühe" bezeichnet sind. Die Milch- und Misterzeugung ist aber kein wissenschaftlicher Begriff für „Kühe", denn sie schließt nicht aus, daß ein Dritter meinen könnte, alle Thiere, welche Milch und Dünger erzeugen, seien Kühe, oder daß eine Kuh, die keine Milch, sondern blos Dünger liefere, keine Kuh sei.

Dasselbe gilt nun in der Chemie vom Begriff des Bodens, oder von dem was man Erfahrung nennt. Das Wort Erfahrung in nicht wissenschaftlichem Sinn erinnert immer an den Mann, dem das Niesen kam, wenn es donnerte, und der beim schönsten Tag mit seinem Regenschirm spazieren ging, wenn er des Morgens geniest hatte, weil er, auf seine Erfahrung gestützt, sicher zu sein glaubte, daß es ein Gewitter geben müsse.

In der Beweisführung unseres Lehrers der Landwirthschaft ist thatsächlich „kein Boden", d. h. nichts von dem was ein Landwirth aus Erfahrung als einen Boden kennt, aber Umsicht und einen weiten Blick kann man ihr nicht absprechen.

Die Volumabnahme des Bodens durch die Entziehung der Aschenbestandtheile ist evident; wenn meine Rechnung mich nicht täuscht, so beträgt sie bei Dreifelderwirthschaft, wenn man einen Spinnenfaden viermal spaltet, jährlich etwa den zehnten Theil von der Viertelsdicke eines Spinnenfadens; eben so scharf und verständlich ist die Art und Weise wie die Natur den Pflanzen hilft, um, wenn die Ackerkrume erschöpft ist, zu der Nahrung in dem Untergrund zu gelangen; der Boden verhält sich hiernach zu den Pflanzen wie etwa ein Gemenge von $^{9}/_{10}$ Quarz und $^{1}/_{10}$ Erbsen zu einem Volk Hühner. Wenn diese Vögel die Erbsen aus dem Boden hinweggepickt haben, so kommt der Hahn, als Natur, hinterdrein und kratzt und scharrt den Ballast hinweg; wohin die vier Millionen Kilogramme Ballast kommen, welche jährlich von 1829 Hectaren Feld in dieser Weise hinweggeschwemmt werden, dies wird sein Scharfsinn auch noch erklären, eben so daß für die Nachbarfelder, von denen der Wind und Regen unsern Feldern mineralische Bestandtheile zugeführt hat, dieser Verlust ganz ohne Belang ist.

Der erfahrene Lehrer der praktischen Landwirthschaft — um einen Schluß der exacten Naturwissenschaft zu widerlegen, den er für falsch hält — erfindet einen in der Natur nicht bestehenden, schlechthin unmöglichen oder mindestens unbekannten Fall, und das Erschlossene, was er sorgfältig vorher hineingelegt hat, wendet er an auf wirkliche Fälle. Er erdenkt sich ein fruchtbares Feld, das außerordentlich reich an den Aschenbestandtheilen der Gewächse ist, und läßt demselben was ihm oben genommen wird auf die geschickteste Weise unten wieder zufließen; nachdem er es in dieser Weise unerschöpflich gemacht hat, folgert er sodann, daß alle fruchtbaren Felder, welche fruchtbar waren und unausgesetzt ohne alle Erschöpfung Ernten liefern, sich diesem erdachten Feld gleich verhalten müssen, was nicht unmöglich ist; es folgt daraus von selbst, daß die schlechtesten Bodenarten, worunter man natürlich nur solche verstehen kann, welche schlechthin unfruchtbar sind, ab obo der Zufuhr

bedürftig wären, denn es ist unmöglich anzunehmen, daß sie, bei dem Mangel an mineralischen Nahrungsmitteln, den man darin voraussetzt, Ernten ohne diese Aschenbestandtheile hätte liefern können. Hieraus ist klar, daß wenn alle fruchtbaren Felder unerschöpflich an Aschenbestandtheilen sind, nur die unfruchtbaren Felder einer Zufuhr bedürfen um fruchtbar zu sein, und eines Ersatzes um fruchtbar zu bleiben.

Wenn ein unwissender Bauer, welcher dreißig Jahre lang auf das Pflügen und Säen seiner Felder Ernten folgen sah, welcher weiß, daß sein Vater und Großvater auf dem nämlichen Felde, jeder dreißig Jahre lang, ebenfalls nach dem Pflügen und Säen geerntet hat, sich auf diese Thatsachen hin zu dem Schluß berechtigt glaubt, daß dieses Feld noch dreißig, sechszig, hundert Jahre lang, oder auf ewige Zeiten hinaus, Ernten liefern werde, so muß man ihm dies verzeihen um seiner Unwissenheit willen; wenn aber dieser Bauer gestehen muß, daß sein Großvater, Vater und er selbst dieses Feld jedes Jahr hatte düngen müssen, und dann behauptet, das Feld hätte im Mist niemals Aschenbestandtheile empfangen, oder die empfangenen Aschenbestandtheile hätten keine Wirkung auf die Erträge gehabt, und ihre Zufuhr sei deshalb unnütz gewesen, so wenden wir uns mit Bedauern von ihm ab.

Wenn der Bauer fähig gewesen wäre eine echte Beobachtung zu machen, so hätte er vielleicht wahrgenommen, daß sein Misthaufen in seiner Wirksamkeit stetig abnahm, und daß sein Großvater mit sehr wenig Mist weit mehr Kornernten bekam als er jetzt mit all seinem Mist nicht bekommt; er würde wahrgenommen haben, daß er jetzt Pflanzen in seinen Betrieb einschalten mußte, die sein Großvater nicht nöthig hatte um seine Kornfelder fruchtbar für Korn zu erhalten.

Wir haben geglaubt, daß es sich in der Landwirthschaft um die Erzeugung von Korn und Fleisch handle, und daß das Nachdenken der Leiter und Lehrer des praktischen Ackerbaues auf die zweckmäßigsten Mittel gerichtet gewesen sei, die Korn- und Futterfelder in einem gleichmäßigen Zustand der Fruchtbarkeit zu erhalten; wir sind jetzt durch die Schriften unserer modernen Lehrer der Landwirthschaft eines bessern belehrt: die Korn- und Fleischproduction ist untergeordnet der Mist-production.

Für die Getreidepflanzen, so lehren sie, sei der Boden immer fruchtbar, wenn man nur Mist genug habe. „Vor Allem müssen wir Futter genug haben, dann kommt das Getreide von selbst.“ „Die Wissenschaft lehre die Landwirthschaft nicht viel, wenn sie die Landwirthe lehren wolle die Natur zu zwingen,“ „wenn sie den Mist entbehrlich machen wolle“ (W. S. 127); „von dem Zwang des Fruchtwechsels wolle die Landwirthschaft nicht emancipirt sein, denn davon könnten sie (die Landwirthe) sich schon theilweise befreien, wenn sie nur stärker düngen könnten“ (W. S. 129). „Die meisten Landwirthe möchten allerdings viel lieber nichts als Weizen und Reps bauen; dies ginge aber einmal nicht, der Boden wolle seinen Mist haben, und ohne eine richtige Fruchtfolge habe man keinen Mist“ (W. S. 129). „Der Mist sei gleichsam das Material, welches in dem landwirthschaftlichen Gewerbe verarbeitet

werde" (W. S. 124). „Ein reicher Boden (sei) hienach ein Boden der viel, ein armer der wenig Mist producire. Darum also die Eintheilung in (Mist) schonende, aussaugende und bereichernde Gewächse. Da nun der Klee und die Luzerne-Arten die eigentlichen Mist erzeugenden Pflanzen seien, und der Mist die Seele der Landwirthschaft bilde, so komme Alles auf diese an."

Die praktischen Lehrer haben, wie man sieht, das schwierigste aller Gewerbe, welches mit den zusammengesetztesten Maschinen, mit organischen Wesen, seine Produkte erzeugt, und in seinem Betrieb abhängig von Einflüssen ist, die keine menschliche Macht beherrscht, auf die möglichst einfache, dem dümmsten Bauernjungen verständliche Grundlage zurückgeführt, auf die Misterzeugung durch Futtergewächse.

Und zu welchen Erfolgen hat denn diese treffliche Lehre, dieses Wühlen nach Mist geführt? Klar und deutlich erkennt man den gegenwärtigen Zustand unserer Felder an der folgenden Klage und Bitte, welche eben so viel Rührung als Mitleid erweckt:

„Würde uns die Naturwissenschaft Mittel an die Hand geben, diese Gewächse (Klee, Luzerne, Esparsette) öfter auf derselben Stelle mit gleichbleibendem Erfolg bauen zu können, als dies nach den gegenwärtigen Erfahrungen der Fall ist, so wäre der Stein der Weisen für die Landwirthschaft gefunden, denn für die Umwandlung derselben in dem menschlichen Bedürfnisse entsprechende Formen wollten wir schon sorgen." (W. S. 127.)

Dies ist also der Erfolg der Lehre dieser weisen, fürsichtigen und klugen Männer, welche behaupten, daß die fruchtbaren Felder an den mineralischen Nahrungsmitteln der Pflanzen unerschöpflich seien!

Um Mist zu schaffen ist also die Wissenschaft gut genug; lernen wollen sie von ihr nichts, nur ein kleines Stückchen von dem Stein der Weisen wollen sie haben. Dann wollen uns diese erfahrenen Leute, die sich mit so viel Bildung, Chemie, Geologie, Botanik &c. vollgepfropft haben, Fleisch und Brod in Fülle schaffen, was dann jeder simple Bauernknecht kann, wenn wir ihm nur Mist geben. Darum also wurde der kleine „Japhet, der seinen Vater sucht," das arme Kind genannt „Mineraltheorie", so arg verfolgt, mißhandelt und lächerlich gemacht, weil es meinte, auch der größte Beutel würde leer, wenn man immer herausnimmt ohne wieder hinein zu thun. Wer konnte aber auch vor zwanzig Jahren daran denken, als man Mist genug hatte, daß es diesen störrigen, eigensinnigen Futterpflanzen einmal einfallen könnte, keinen Mist mehr produciren, den Boden nicht mehr schonen und bereichern zu wollen! An dem Boden liegt es natürlich nicht; sie lehren ja, daß er unerschöpflich sei, und die, welche jetzt noch Mist genug haben, glauben ihnen, daß der Brunnen, aus dem sie ihn holen, immer fließen werde. Wahrlich, wenn dieser Boden schreien könnte wie eine Kuh oder ein Pferd, dem man ein Maximum von Milch oder Arbeit mit dem geringsten Aufwand an Futter abquälen wollte, für diese Landwirthe würde die Erde schlimmer als die Dante'sche

Hölle sein! Darum ist der vortheilhafte Betrieb dieser modernen Landwirthschaft nur auf großen Gütern möglich, denn der Raub hat auf den kleinen bald ein Ende. Hätten sie, anstatt das Leder zu stehlen, das Kalb gepflegt, so wäre vielleicht ein Ochs daraus geworden, und wir wären von der Furcht befreit in Zukunft barfuß zu gehen.

Verzweifeln darf man übrigens noch nicht.

Diese weisen, klugen und erfahrenen Männer haben das Mittel gefunden, der Mistnoth ein Ende zu machen. Dieses Mittel, so lehren sie, bestehe einfach darin, daß man anstatt des verrotteten Stallmistes frischen Stallmist anwenden müsse. Wenn sich die kurzsichtigen, nachlässigen Landwirthe, welche dies noch nicht thun, dazu verstehen wollten, so würden viele Klagen über Mistmangel verstummen.

„So sehr man überall über Mangel an Dünger klagt, so sehr man sich sonst Mühe giebt die Vegetation zu steigern, so viel man Futter baut um viel Mist zu machen, so läßt man ihn, wenn er geschaffen, verwahrlost auf der Miststätte liegen. Man darf wohl annehmen, daß in unsern Wirthschaften der Mist höchstens im halbverfaulten Zustand im Durchschnitt ausgeführt wird. Bis der Mist in diesen Zustand kommt, verliert er 25 Procent von seiner Masse, und darunter am meisten den so kostbaren Stickstoff, ich will aber hier die verlorene Masse der zurückgebliebenen im Werth gleich setzen. Würden sämmtliche Landwirthe ihren Mist möglich frisch anwenden, so daß höchstens 5 Procent davon verloren gingen, so würde die Steigerung unserer Culturpflanzen um 20 Procent steigen. Es würden nicht nur diese 20 Procente der gesammten zur Steigerung verwendeten Pflanzennahrung in Pflanzenstoffe umgewandelt, sondern auch damit weitere aus der Atmosphäre und dem Boden gezogen. (S. 131.)

„Einer Erhöhung der Futterproduction bedarf es aber nicht, so lange wir die Vegetation nicht noch mehr steigern wollen. Daher könnten die 20 Procent des Düngercapitals allein auf die Mehrproduction von Körnern ꝛc. verwendet werden, die daher dem bleibenden Viehstande gegenüber um so größer würde. Hierdurch würde das Angebot von Körnern größer, ihr Preis mäßiger, und dieser würde mit der Viehproduction sich mehr ins Gleichgewicht setzen. Producenten und Consumenten würden zugleich gewinnen. Es würden aber noch weitere und größere Vortheile erzielt werden: statt die 20 Procent gewonnenen Mist auf den Körnerbau zu verwenden, könnten aber auch sämmtliche Landwirthe ihren Futterbau um 20 Procent einschränken. Die Körnerproduction bliebe dieselbe, die Viehproduction würde um 20 Procent vermindert, und daher im Preise steigen, während der Körnerpreis derselbe bliebe. Werden die 20 Procent gewonnener Mist zum größern Theil dem Körnerbau, zum kleinern dem Futterbau zugewendet, so werden Producenten und Consumenten daraus Vortheil ziehen; nur wird er, wie billig, größer auf Seite des Producenten sein — alles durch die 20 Procent flüchtiger Stoffe, welche nachlässige Landwirthe

durch die Verwahrlosung des Mistes auf der Miststätte verloren gehen lassen." (S. 132.)

Aus diesem Vorschlag ergiebt sich, wenn darüber noch ein Zweifel sein könnte, unwidersprechlich, daß der moderne Lehrer der praktischen Landwirthschaft auf die Mineralbestandtheile des Mistes nicht den allergeringsten Werth legt, sondern die ganze Wirkung des Mistes dem Gehalt desselben an verbrennlichen Stoffen zuschreibt. Mit den 20 Procenten dieser Stoffe, welche der frische Mist verliert, wenn er zu altem Mist wird, will der erfahrene Mann uns glauben machen, könne man 20 Procent mehr Korn, oder nach Belieben 20 Procent mehr Klee, oder 20 Procent mehr Fleisch erzeugen.

Weil der Strohmist zufällig die physikalische Beschaffenheit seiner Felder verbessert, und darum günstiger gewirkt hat als der kurze verrottete Mist, darum lehrt er, tausendfach erprobten Thatsachen entgegen, daß der frische Mist auf allen Feldern höhere Erträge liefern müsse; er will uns glauben machen, daß wenn man unsern Kornfeldern einfach das Korn nimmt, und das Stroh einpflügt, dessen Fruchtbarkeit in jedem folgenden Jahr um eben so viel zunehmen müßte als das Stroh verliert, wenn man es als Streu gebraucht, und zu Mist hätte werden lassen!

Was ist nun der Grund dieser großen Wirkung des frischen Stallmistes und sein Vorzug vor dem verrotteten? Auch dies sagt uns der erfahrene Mann: „In frischem Mist — sagt er — ist mehr Stickstoff als im alten, dagegen enthält dieser mehr Aschenbestandtheile." (W. S. 101.) Darum ist der frische also wirksamer als der alte! Die chemische Analyse weist zwar nach, daß der verrottete Stallmist mehr Stickstoff enthält als der frische, allein in solchen Dingen muß die Erfahrung entscheiden, und da die höheren Erträge, nach seiner Lehre, nur eine Folge sein können von einer größeren Zufuhr an Stickstoff, so liegt es auf der Hand, daß die chemische Analyse Unrecht hat.

So ganz ausreichend scheinen unserm erfahrenen Lehrer der praktischen Landwirthschaft die 20 Procent Mist, die seine eigenen Felder mehr bekommen, doch nicht zu sein, denn er sagt: „Da selbst die Düngmaterialien, Stroh und Futter, theuer sind, und die Landwirthe den Mist fast um jeden Preis haben müssen, und derselbe durch die niedrigen Preise der Viehproducte ziemlich theuer zu stehen kommt, so suchte man natürlich schon lange nach Mitteln um den Mist zu ersetzen. Ein solches Mittel haben wir in neuerer Zeit nahezu im Guano gefunden."

Was ist nun der Guano, und wodurch bringt seine Anwendung dem Landwirth Nutzen?

Der Guano besteht aus dem Residuum der Excremente von fisch-, d. h. fleischfressenden Vögeln, und enthält im wesentlichen die Aschenbestandtheile des Fischfleisches nebst einer gewissen Menge von Ammoniaksalzen.

Die Vergleichung ergiebt, daß die besseren Sorten Guano die Aschenbestandtheile des Korns nebst einer gewissen Menge phosphorsauren

Kalks enthalten, welcher ein Hauptbestandtheil der Asche unserer Wiesenpflanzen und Futterkräuter ist. Die Wirkung des Guano auf unsere Kornfelder ist demnach mit den Händen zu greifen. Wir haben ihnen seit Jahrhunderten durch den Kornbau die Aschenbestandtheile des Korns und in dem ausgeführten Vieh noch überdies eine große Menge phosphorsauren Kalk (in ihren Knochen) entzogen, ohne allen Wiederersatz; die Bedingungen zur Stroherzeugung haben wir den Feldern gelassen.

Das Steigen der Kornerträge bei Düngung mit Guano ist die naturgesetzliche Folge des Wiederersatzes der Kornbestandtheile, die wir den Kornfeldern mit einem so großen Kraftaufwand abgequält hatten; das Erstaunen des Kornbauers über die so mächtige Wirkung des Guano beruht eigentlich nur darauf, weil er sieht, daß ein paar Hände voll Guano mehr wirken als ein Karren Mist, und weil an der kleinen Quantität des Düngers und dem großen Mehrertrag an Korn seine Vorstellungen über den Mist völlig zu Schanden werden.

Für unsern erfahrenen Lehrer der praktischen Landwirthschaft ist der Guano, wie sich von selbst versteht, nur ein Mittel zur Misterzeugung. Der landwirthschaftliche Begriff des Guano ist der eines „Beidüngers", den wir brauchen sollen so lange seine Quelle fließt, zur Vermehrung unsers Düngercapitals. (W. S. 137.)

Daß die Wirkung des Guano auf seinem Gehalt an flüchtigen und verbrennlichen Stoffen beruht, darüber besteht natürlich kein Zweifel; hören wir was der Erfolg seiner Anwendung sein wird.

„Der allgemeine Gebrauch von Guano kann nur einen ähnlichen Erfolg haben, wie wenn die bis jetzt auf den Miststätten verlorenen 20 Procent des Düngers in Zukunft benützt werden." „Diejenigen Wirthe, welche ihren Mist noch verfaulen lassen, handeln (daher) aber offenbar thöricht Guano zu kaufen, ehe sie jenen gehörig benützen." (W. S. 136.) Auf die Aschenbestandtheile des Guano kommt es nicht an.

Die Vorstellungen unseres Lehrers der praktischen Landwirthschaft über das Verhalten der Felder in der landwirthschaftlichen Cultur sind nicht minder eigenthümlich.

„Trotzdem daß die Pflanzen alljährlich geerntet werden, kann durchschnittlich das gleiche Erntequantum nachhaltig alljährlich wieder von dem Boden hinweggenommen werden (z. B. auf einer ungedüngten Wiese). Dies ist die natürliche Production des Bodens. Der Boden steht und bleibt auf dem landwirthschaftlichen Beharrungspunkte stehen." (S. 103.)

„Sterben die Pflanzen durch ein oder mehrere Jahre auf dem Boden, auf welchem sie gewachsen, ab, und verfaulen daselbst, so sammeln sich in ihm verwesende Stoffe, Verwesungs- und Verwitterungsproducte mehr und mehr an. Hieraus entsteht eine weitere Quelle für beiderlei Arten von Nahrungsmitteln, daher ihre Entwicklung gesteigert wird." (S. 104.)

„Durch weitere neue gesteigerte Ernten werden dem Boden mehr Aschenbestandtheile als vorher, so wie die Verwesungsproducte genommen."

„Nach einer Reihe von Jahren und einer entsprechenden Anzahl von Ernten sinkt der Boden wieder in seine ursprüngliche Fruchtbarkeit, den Beharrungszustand, zurück. Er hat seine ursprüngliche Zusammensetzung wieder erreicht, und da sich sonst nichts weiter verändert hat, so muß diese Aenderung des Bodens die wahrscheinliche Ursache seiner vermehrten und wieder verminderten Fruchtbarkeit sein."

„Der Mist besteht aus verwesenden Pflanzen und Thierstoffen, welche auch eine gewisse Menge Aschenbestandtheile enthalten; daher kann durch den Mist die Entwickelung der Pflanzen so gut gesteigert werden, wie durch die auf dem Feld verfaulenden Pflanzen."

Aus diesen Sätzen, welche als landwirthschaftliche Grundsätze gegeben werden, würde folgen, daß sich unsere Culturfelder wie ungedüngte Wiesen verhalten; bauen wir Korn, Rüben oder Klee auf einem und demselben Feld, so hätten wir durchschnittlich ohne alle Düngung nachhaltig alljährlich das nämliche Erntequantum zu erwarten. Dies sei die natürliche Production oder der landwirthschaftliche Beharrungspunkt des Bodens!

Lassen wir die Wiesenpflanzen, das Korn, den Klee auf dem Feld absterben und verfaulen, so sammelt sich in dem Boden Mist an, wodurch er fruchtbarer wird. Wir erzielen höhere Ernten, und nehmen dadurch mehr Aschenbestandtheile als vorher hinweg, um welche der Boden ärmer wird.

Nachdem wir dies einige Jahre nach einander gethan haben, sinkt der an Aschenbestandtheilen beraubte Boden auf seinen Beharrungszustand zurück. Er hat seine ursprüngliche Zusammensetzung wieder erreicht (d. h. er enthält nicht mehr verbrennliche Stoffe wie im Anfang) und da sich sonst nichts weiter verändert hat (da auf dieses alles ankommt), so muß diese Aenderung des Bodens (die Zu- und Abnahme an verbrennlichen Stoffen) die wahrscheinliche Ursache seiner vermehrten und wieder verminderten Fruchtbarkeit sein.

Die in dem Vorstehenden aus der citirten Schrift wiedergegebenen Ansichten sind nicht die eines einzelnen Mannes, sondern mit geringen Ausnahmen die des ganzen Standes der praktischen Landwirthe. Was der Verfasser lehrt, ist nicht von ihm erfunden, sondern er giebt wieder, was man ihm gelehrt; ich habe diese Lehren aufgenommen nicht um eine rücksichtslose Kritik daran zu üben, sondern weil, ohne ein Spiegelbild der Ansichten des praktischen Mannes zu geben, meine eigenen Lehren für Viele in der Gegenwart unverständlich und in einer vielleicht nicht fernen zukünftigen Zeit zweck- und ziellos erscheinen dürften.

Man wird mir erlassen ein einziges Wort weiter hinzuzufügen; das Angeführte ist der Schlüssel zu dem Streit, der sich um die Anerkennung und Anwendung der wissenschaftlichen Grundsätze in der Praxis erhoben hat; daß sie in den Ideenkreis der praktischen Landwirthe nicht passen, wird jetzt verständlich sein.

Viele Landwirthe meinen, es handle sich um Worte und nicht um Grundsätze in diesem Widerstreit, und eine Vermittlung sei möglich; sie glauben, daß wenn sie die Wirkung der Mineralbestandtheile zugäben, so könne billigerweise auch die der verbrennlichen Stoffe von der andern Seite zugestanden werden, und damit hätte der Streit ein glückliches Ende. Wenn der Kampf um die Anerkennung der wissenschaftlichen Grundsätze in der That keinen höhern Zweck hätte, als daß man die Zuthat der Zwiebeln zur Brühe gestatten solle, die verboten war, oder daß man jetzt die Eier am breiten und am spitzen Ende öffnen dürfe, so haben sie Recht.

Sie haben so lange Recht als sie die Meinung hegen, daß der beste Braumeister des besten Münchener Bieres der geeignetste Mann für einen zu gründenden Lehrstuhl der Bierbrauerei sei*). Ich für meinen Theil glaube nicht, daß ein solcher Mann von Herrn G. Sedlmayr in München zur Auseinandersetzung der wissenschaftlichen Grundsätze der Bierbereitung empfohlen werden würde, auch wenn er dessen umfassenden Betrieb mit Umsicht und Nutzen seit zwanzig Jahren geleitet hätte.

*) Dieser Satz bezieht sich auf die Einrichtung mancher deutscher landwirthschaftlichen Lehranstalten; sie sind in der Regel mit einem beträchtlichen Feldgute ausgestattet, welches gleich andern Staatsgütern verwaltet wird. Der Ertrag des Gutes fließt in die Staatscasse. Die Schule und das Feldgut stehen durch die Person des Dirigenten mit einander in Verbindung, dem die Bewirthschaftung des Feldgutes und die Leitung des Unterrichts gleichzeitig anvertraut ist; an dem Reinertrag der Wirthschaft hat er meistens eine Theilgebühr. Es giebt Männer, welche beiden Aufgaben gewachsen sind, allein in der Regel ist ein guter Techniker kein Mann der Schule und der letztere kein Mann, dem es darauf ankommt eine hohe Rente aus dem Feldgute zu ziehen.

# Sechsundvierzigster Brief.

Der empirische Landwirth ist ein Gewerbtreibender, welcher Fleisch und Korn erzeugt; ohne alle Nebengedanken sucht er seinen Feldern die möglichst hohen Erträge abzugewinnen, und er hält dasjenige Verfahren für das beste, welches ihm die Erträge auf die billigste Weise und in der kürzesten Zeit liefert. Warum sollte er dies nicht? Man hat dies seit Jahrhunderten so gemacht, und er macht es genau so wie er es gelernt hat. Die vor ihm haben nicht darnach gefragt was aus dem Felde wird, und welche Wirkung ihr Verfahren auf das Feld hatte — warum sollte er darnach fragen? Wenn es ihm gelingt seinen Lebensunterhalt zu gewinnen, seinen Pacht oder die Zinsen seines Capitals und außerdem noch Vermögen zu erwerben, so ist dies für ihn der einzige bestehende Beweis, daß sein Verfahren das beste sei. Geräth Weizen, Klee, Rüben oder die Kartoffeln auf seinen Feldern nicht mehr wie sonst, so probirt er, ob es mit andern Varietäten nicht besser geht, und schreibt die Ursache der Abnahme seiner Erträge allen Ereignissen zu, welche sich zugetragen haben, seit er die Abnahme wahrgenommen hat; es ist — seit man einen Wald in der Nähe abgeholzt hat, oder seit die Eisenbahn oder eine chemische Fabrik in der Nähe gebaut worden ist, oder es waren die vielen Gewitter im vorhergegangenen Jahr, oder es ist irgend eine andere Ursache — nur er selbst oder sein Verfahren kann in seiner Idee unmöglich daran Schuld sein, denn darin hat sich seit Jahren nichts geändert, sein Misthaufen ist so groß und auch sein Feld sieht aus wie sonst.

Als Gewerbtreibender ist er in der Lage eines Schuhmachers, der sich Untersuchungen über den Ursprung des Sohl- und anderen Leders, wie es gegerbt wird und was seine gute Beschaffenheit ausmacht, nicht hingeben darf, und der, wenn er dies thut, uns höchstwahrscheinlich weder wohlfeile noch gute Schuhe liefern wird. Der echte Schuhmacher bekümmert sich um solche Dinge nicht, über welche Andere für ihn nachdenken müssen; wenn er Bildung hat, so studirt er die Anatomie des Fußes, und verfertigt Schuhe, welche das Auge der Dame entzücken, und Stiefeln die keine Hühneraugen machen und doch den Fuß nicht entstellen; einer solchen Perle von einem Schuhmacher würde es gar nicht einfallen, mit dem Chemiker einen Streit über Leder, Pech und Draht anzufangen, denn er würde dazu keine Zeit haben, sondern er

würde ihm dankbar sein, wenn dieser ihn lehrte, woran er die guten und für seine verschiedenen Zwecke besten Sohl= und Oberledersorten erkennt und unterscheidet.

Die Aufgabe des wissenschaftlichen Landwirths und Lehrers der Landwirthschaft ist eine höhere; der Lehrer soll über der Praxis stehen und sie in dem rechten Geleise erhalten und lenken; er soll die Methoden der Cultur des empirischen Landwirths einer ernsten und strengen Prüfung unterwerfen und ihn zum Bewußtsein seines Thuns bringen; der rationelle Landwirth soll untersuchen, ob sein Verfahren mit feststehenden Wahrheiten und Naturgesetzen übereinstimmt oder sie verletzt, er soll stets im Auge behalten, daß das Ziel der ächten Praxis nicht allein auf die höchsten Erträge, sondern auf die ewige Dauer und Wiederkehr dieser höchsten Erträge gerichtet sein müsse.

Wenn der Lehrer der Landwirthschaft, anstatt der Praxis in dieser Weise Hülfe zu leisten und sie zu ergänzen, sich Vorstellungen hingibt, welche darauf berechnet sind, das empirische Culturverfahren des Landwirths zu rechtfertigen; wenn er wahrnimmt, daß dieses Verfahren feststehenden Naturgesetzen widerspricht, und daraus den Schluß zieht, daß diese Naturgesetze auf die Praxis keine Anwendung finden könnten, daß der Feldbau demnach Naturgesetzen nicht unterworfen sei; wenn er behauptet, daß die Praxis und die Wissenschaft von einander trennbare Dinge seien, daß in der Wissenschaft etwas wahr sein könne, was in der Praxis falsch sei — so steht er tief unter dem praktischen Mann, der in dieser Lehre keine Belehrung findet, weil sie nichts weiter ist als eine mit unrichtigen Vorstellungen verbrämte Abspiegelung seines eigenen Thuns.

Ein einfaches umfassendes Naturgesetz beherrscht die Höhe und die Dauer der Erträge der Felder.

Die Höhe des Ertrags eines Feldes hängt ab von der Summe der darin vorhandenen Bedingungen seiner Fruchtbarkeit; die Dauer der Erträge hängt ab von dem Gleichbleiben dieser Summe.

Ein praktischer Landwirth, Albrecht Block, soll gesagt haben: Alles was eine Wirthschaft nachhaltig veräußern kann, muß gleich dem Product der Atmosphäre sein — ein Feld, von dem nichts genommen wird, kann an Kraft nur zu=, nicht abnehmen. In der folgenden Form ausgedrückt: Alles kann eine Wirthschaft nachhaltig veräußern, was gleich dem Product der Atmosphäre ist — ein Feld, von welchem genommen wird, kann nachhaltig an Kraft nicht gleichbleiben oder zunehmen, ist dieser Satz identisch mit dem Naturgesetz; in diesem Ausspruch dieses wahrhaft erfahrenen Mannes, dem die zukünftige Landwirthschaft ein Denkmal setzen wird, liegt die ganze Grundlage des rationellen Betriebs und alle Weisheit ausgedrückt, welche die Naturwissenschaft dem praktischen Landwirth lehren kann.

Eine jede Handlung des Landwirths, welche dieses Naturgesetz verletzt, verdient mit Recht den Namen Raub.

Wenn ein Landwirth auf drei Feldern Kartoffeln, Korn und Wicken oder Klee abwechselnd baut, oder ein Feld mit Kartoffeln, Korn und Wicken nach einander bestellt, und die geernteten Feldfrüchte — das Korn, die Kartoffelknollen und die Wicken — verkauft und so fortfährt viele Jahre lang, ohne zu düngen, so sagt uns jeder einfache Bauersmann das Ende dieser Wirthschaft voraus; er sagt uns, daß ein Betrieb dieser Art auf die Dauer unmöglich sei; welche Culturpflanzen man auch wählen möge, welche Varietät von einem Halmgewächs, Knollen- oder andern Gewächs, und in welcher Reihenfolge — das Feld wird zuletzt in einen Zustand versetzt, in welchem man von dem Halmgewächs nur das Saatkorn, von den Kartoffeln keine Knollen mehr erntet, und wo die Wicke oder der Klee nach der ersten Entwicklung wieder zu Grunde gehen.

Aus diesen Thatsachen folgt unwidersprechlich, daß es kein Gewächs giebt, das den Boden schont, und keines, das ihn bereichert.

Der praktische Landwirth ist durch unzählige Thatsachen belehrt, daß in vielen Fällen von einer Vorfrucht das Gedeihen einer Nachfrucht abhängig ist, und daß es nicht gleichgültig ist, in welcher Ordnung er seine Pflanzen baut; durch die vorangehende Cultur einer Hackfrucht oder eines Gewächses mit starker Wurzelverzweigung wird der Boden für eine nachfolgende Halmfrucht geeigneter gemacht. Das Halmgewächs gedeiht besser, und zwar ohne Anwendung (mit Schonung) von Mist und giebt einen reicheren Ertrag. Für zukünftige Ernten ist aber an Mist weder geschont, noch ist das Feld an den Bedingungen seiner Fruchtbarkeit reicher geworden. Nicht die Summe der Nahrung wurde vermehrt, sondern die wirkenden Theile dieser Summe wurden vermehrt und ihre Wirkung in der Zeit beschleunigt.

Der physikalische und chemische Zustand des Feldes wurde verbessert, der chemische Bestand nahm ab; alle Gewächse ohne Ausnahme erschöpfen den Boden, jedes in seiner Weise, an den Bedingungen ihrer Wiedererzeugung.

Es giebt Felder, auf welchen man ohne alle Düngung sechs Jahre lang, es giebt andere, auf denen man zwölf, und wieder andere, auf denen man die genannten Pflanzen oder irgend andere fünfzig oder hundert Jahre lang nach einander bauen und deren Ernten veräußern kann, aber das Ende ist unausbleiblich das nämliche: der Boden verliert seine Fruchtbarkeit.

In diesen Feldfrüchten verkauft der Landwirth sein Feld; er verkauft in ihnen gewisse Bestandtheile der Atmosphäre, welche seinem Boden von selbst zufließen, und gewisse Bestandtheile des Bodens, welche sein Eigenthum sind, und die dazu gedient haben, aus den atmosphärischen Bestandtheilen den Pflanzenleib zu bilden, von dem sie selbst Bestandtheile ausmachen; indem er diese Feldfrüchte veräußert, raubt er dem Felde die Bedingungen ihrer Wiedererzeugung; eine solche Wirthschaft trägt mit Recht den Namen einer Raubwirthschaft.

Wenn alle die in den veräußerten Feldfrüchten dem Felde geraubten Bodenbestandtheile vollkommen dem Felde nach jedem Jahr oder nach

jedem Umlauf wieder zugeführt worden wären, so würde das Feld seine Fruchtbarkeit auf das vollständigste bewahrt haben; der Gewinn des Landwirths wäre durch den Rückkauf der veräußerten Bodenbestandtheile kleiner geworden, allein dieser Gewinn wäre von ewiger Dauer gewesen.

Die Bodenbestandtheile sind sein Capital, die atmosphärischen Nahrungsstoffe die Zinsen seines Capitals: mit den einen erzeugt er die andern. In den Feldfrüchten veräußert er einen Theil seines Capitals und die Zinsen, in den Bodenbestandtheilen kehrt sein Capital auf das Feld, d. h. in seine Hand zurück.

Eine jede auf Raub gebaute Wirthschaft erzeugt Armuth. Das seiner Zeit an Gold und Silber reichste Land Europa's war das ärmste Land. Alles was die reichen Silberflotten aus Peru und Mexico an edlen Metallen Spanien zuführten, zerrann in den Händen seiner Bewohner, weil sie die Kunst verlernten, oder nicht mehr übten, die für ihre Bedürfnisse im Weltverkehr in Kreislauf gesetzten Geldstücke in ihre Hand zurückkehren zu machen, weil sie nicht verstanden Werthe zu erzeugen, welche andere Nationen bedurften, in deren Besitz sich die ausgegebenen Geldstücke befanden. Nur in dieser Weise erhält sich der Reichthum.

Nicht das Feld an sich, sondern die zur Ernährung der Gewächse dienenden Bodenbestandtheile im Feld machen den Reichthum des Landwirths aus; durch sie erzeugt er die dem Menschengeschlecht unentbehrlichen Bedingungen zur Erhaltung seiner Temperatur und Arbeitskraft; die rationelle Cultur im Gegensatz zur Raubwirthschaft beruht auf dem Ersatz; durch die Wiederkehr der Bedingungen erhält der Landwirth die Fruchtbarkeit der Felder.

Die Wirkungen der Raubwirthschaft sind nirgends sichtbarer und augenfälliger als in Amerika, wo die ersten Colonisten in Canada, in dem Staat New-York, in Pensilvanien, Virginien, Maryland ꝛc. Länderstrecken vorfanden, welche nach einmaligem Pflügen und Säen viele Jahre lang eine Reihe von Weizen- und Tabakernten lieferten, ohne daß der Landwirth nur daran zu denken brauchte, zu ersetzen was er dem Boden in dem Korn und den Tabaksblättern genommen*).

---

*) New-York. „Bei Berathung des vom Unterhause des Congresses angenommenen Gesetzentwurfs, wodurch den verschiedenen Staaten zur Gründung und Unterhaltung von landwirthschaftlichen und Gewerbschulen 6 Mill. Aecker Congreßlandes geschenkt werden sollen, wies der Antragsteller, Herr Morrill von Vermont, in einer trefflichen Rede mittelst genauer statistischer Angaben nach, wie nothwendig diese Schulen für unsere Farmers sind, da sich dieselben in Bewirthschaftung ihres Bodens einem wahren Vandalismus hingäben. Er zeigte, daß wir in Bezug auf allgemeine und besonders die moderne wissenschaftliche Cultur weit hinter Europa zurück seien, und die traurigen Folgen davon sich schon jetzt auf eine erschreckende Weise zeigen. Die allgemeine Culturmethode in allen Theilen unseres Landes sei so mangelhaft, daß sie den Boden von Jahr zu Jahr ärmer mache; und wenn die natürliche Productionskraft des Bodens unabläſsig vermindert werde, so sei dies ein wahrer Diebstahl von Einzelnen auf Kosten des Nationalvermögens."

Wir alle wissen, was aus diesen Feldern geworden ist. In weniger als zwei Menschenaltern waren diese so reichen Gefilde in Einöden verwandelt und in vielen Districten in einen Zustand versetzt, daß

„Die folgende Tabelle zeigt einigermaßen die Abnahme der Ernteerträgnisse in mehreren nördlichen Staaten während zehn Jahren. Die Zahl der producirten Bushel Weizen betrug von

| | 1840 | 1850 |
|---|---|---|
| Connecticut | 87,000 | 41,000 |
| Massachusetts | 157,923 | 31,211 |
| Rhode Island | 3,098 | 49 |
| New-Hampshire | 422,124 | 185,658 |
| Maine | 848,166 | 269,259 |
| Vermont | 495,800 | 535,955 |
| Total | 2,014,111 | 1,090,132 |
| | Kartoffeln. | |
| Connecticut | 3,414,238 | 2,689,805 |
| Massachusetts | 5,385,652 | 3,385,384 |
| Rhode Island | 911,973 | 651,029 |
| New-Hampshire | 6,206,606 | 4,304,919 |
| Maine | 10,392,280 | 3,436,040 |
| Vermont | 8,896,751 | 4,951,014 |
| Total | 35,180,500 | 19,418,191 |

In vielen südlichen Staaten ist die Abnahme der Production gleichfalls bezeichnend. Die Bushelzahl des producirten Weizens betrug in

| | | |
|---|---|---|
| Tennessee | 4,569,692 | 1,616,386 |
| Kentucky | 4,803,162 | 2,142,822 |
| Georgia | 1,801,830 | 1,088,534 |
| Alabama | 838,052 | 294,044 |
| Total | 12,012,726 | 6,144,796 |

Diese Zahlen zeigen entscheidend, daß in sämmtlichen Theilen des Landes wesentliche Elemente im Boden erschöpft wurden, und daß seine Fruchtbarkeit stets abnimmt. Im Staat New-York sind 300,000 Schafe weniger als vor dreißig Jahren. Während eines Zeitraums von fünf Jahren betrug deren Abnahme fast 50 Procent, und die Anzahl der Pferde, Kühe und Schweine über 15 Procent. Im Jahre 1845 betrug die Weizenernte 13,391,770 Bushel; sie hat seitdem von Jahr zu Jahr abgenommen, bis sie im letzten Jahr nicht 6 Millionen überschritt."

„Der Wälschkornertrag eines Ackers war im Jahr 1844 im Durchschnitt $24^{75}/_{100}$, und im Jahr 1854 nur $21^{2}/_{100}$. Der durchschnittliche Ertrag der Weizenernte in Virginia und Nord-Carolina betrug während des Jahres 1850 nur 7 Bushel auf den Acker, und in Alabama nur 5 Bushel. Während die Baumwollernte in den neuen Ländereien von Texas und Arkansas durchschnittlich 700—750 Pfund auf den Acker bringt, ergiebt sich nur die Hälfte auf den ältern Feldern von Süd-Carolina. In Virginien lieferte im Jahr 1850 die Tabakernte 18 Mill. Pfund weniger als 1840. Keine Ernte hat sich so sehr die Fruchtbarkeit des Bodens aussaugend erwiesen als die Tabakspflanze, und in vielen Staaten liegen ganze Landstrecken wüst, auf denen der Anbau von Tabak, Korn und Weizen seit einem Jahrhundert fortgesetzt wurde. Es unterliegt keinem Zweifel, daß drei Viertel des urbaren Landes in der Union mehr oder weniger diesem Aussaugungsproceß unterworfen sind. Nach einer

sie, selbst nachdem sie über ein Jahrhundert brach gelegen, keine lohnende Ernte von einer Halmfrucht mehr liefern. So wie ein jeder europäische Landwirth den Glauben hat, daß sein Betrieb eine Ausnahme mache und besser sei als andere Betriebe, und daß seiner Erfahrung gemäß seine fruchtbaren Felder keines Ersatzes bedürfen, um in gleichem Zustand der Fruchtbarkeit zu bleiben, so glaubt auch anfänglich jeder erste Colonist, daß sein Feld für die Früchte, die er zieht, eine Ausnahme mache von andern Feldern; auch ihm scheint seine Erfahrung ausreichend, um einer unbegrenzten Dauer ihrer Fruchtbarkeit gewiß zu sein; aber noch ehe seine Kinder herangewachsen sind, wird er seinen Irrthum gewahr: seine Farm geht in die Hand eines zweiten über, der in gleicher Weise wie der erste, nur mit mehr Capital und Arbeit, den Boden ausraubt; und wenn auch dieser gewahr wird, daß der Pflug nicht mehr ausreicht, um die Erträge auf der ursprünglichen Höhe zu erhalten, dann erst gelangt sein Feld in den Besitz des deutschen Colonisten, den man gelehrt hat, daß der Mist die Seele der Landwirthschaft ist — eine Weisheit, von der seine Vorgänger nichts wußten, und der dann den Boden in seiner Weise erschöpft*).

---

Abschätzung des Dr. Lee von Georgia vermindert sich die jährliche Einnahme des Bodens von 100 Mill. Acker Land in den Vereinigten Staaten um 10 Cents auf den Acker. Dieses würde 10 Mill. Dollars betragen und jährlich den Verlust eines Capitals von 166,666,666 Dollars bedingen — eine größere Summe als unsere sämmtlichen Bundes- und Staatssteuern."

„Auch in andern Zweigen des Ackerbaues werden durch den Mangel an Kenntnissen, welche nur landwirthschaftliche Schulen allgemein machen können, ungeheure Verluste herbeigeführt. Einer der tüchtigsten Farmer in Massachusetts schätzt den jährlichen Verlust seines Staats an Vieh aller Art, in der Milchwirthschaft ꝛc. auf mehrere Millionen. Der Verlust, welchen der Staat New-York jährlich durch die allgemeine Unbekanntschaft mit der Thierarzneikunde an seinen 447,014 Pferden erleidet, wird auf nicht weniger als 2 Mill. Dollars angeschlagen."

„Diese statistischen Angaben konnten natürlich ihren Eindruck nicht verfehlen, und das Haus bewilligte gern den gestellten Antrag, landwirthschaftliche und Gewerb-Schulen ohne Verzug ins Leben zu rufen. Es wäre jammerschade, wenn der Senat nicht mehr vor seiner baldigen Vertagung Zeit fände, die Bill in Erwägung zu ziehen und anzunehmen."

(Allgem. Zeit. Nr. 175. Beil. v. 24. Juni 1858.)

*) „Die Agricultur in der Provinz Minas steht, soweit ich sie zu beobachten Gelegenheit hatte, auf einer sehr tiefen Stufe. Sie besteht in einem argen Raubsystem, indem den Aeckern unverhältnißmäßig viel genommen und gar nichts gegeben wird. Es wird z. B. eine Roça gemacht, d. h. Bäume und Gebüsche werden auf einem bestimmten Stück niedergeschlagen, gegen das Ende der trockenen Jahreszeit niedergebrannt und dann von diesem Acker drei bis vier Ernten gewonnen, worunter sehr oft zwei unmittelbar auf einander folgende Maisernten. Dann läßt man das Stück Land wieder so lange liegen, bis es hinreichend mit Gebüschen bedeckt ist, um sie von neuem zu brennen, was drei bis zwölf Jahre dauert, je nach den Localverhältnissen oder den Bedürfnissen des Besitzers. Es ist einleuchtend, daß der Boden hier also nie den geringsten Ersatz für die ihm durch die Ernten entzogenen Bestandtheile erhält, daher auch

Das europäische Culturverfahren, genannt die intensive Landwirthschaft, ist nicht die rohe Beraubung des amerikanischen Farmers, mit Mord und Todtschlag des Feldes, sondern es ist ein feinerer Raub, dem man auf den ersten Blick nicht ansieht, daß es Raub ist: es ist der Raub mit Selbstbetrug, verhüllt durch ein Lehrsystem, dem der Kern der innern Wahrheit fehlt.

Der einfachste Bauernverstand sieht ein, und alle Landwirthe stimmen darin überein, daß man in einer Wirthschaft den Klee, die Rüben, das Heu ꝛc. nicht veräußern könne ohne den entschiedensten Nachtheil für die Korncultur. Ein Jeder giebt bereitwillig zu, daß die Kleeausfuhr die Korncultur beeinträchtige: „Vor allem müssen wir Futter genug haben, dann kommt das Getreide von selbst.“ Daß aber die Kornausfuhr die Kleecultur beeinträchtige, daß wir vor allem die Bodenbestandtheile des Korns zurückbringen müssen, damit der Klee von selbst kommt, d. h. daß wir, um Klee zu erzeugen, düngen müssen, dieß ist ein für die meisten Landwirthe ganz unfaßbarer, ja unmöglicher Gedanke. Denn man baut ja den Klee des Düngers wegen, und welcher Vortheil bliebe dann, wenn man, um Klee zu bekommen, wieder düngen müßte! Den Klee will man umsonst haben. In diesem Verkennen des Kerns aller ächten Industrie liegen alle Fehler des herrschenden Wirthschaftssystems.

Die gegenseitigen naturgesetzlichen Beziehungen beider sind aber sonnenklar. Die Aschenbestandtheile des Klees und des Korns sind die Bedingungen zur Klee- und Kornerzeugung und den Elementen nach identisch.

Der Klee braucht zu seiner Erzeugung eine gewisse Quantität Phosphorsäure, Kali, Kalk, Bittererde wie das Korn; die in dem Klee enthaltenen Bodenbestandtheile sind gleich denen des Korns plus einem gewissen Ueberschuß an Kali, Kalk und Schwefelsäure. Der Klee empfängt diese

---

die allgemeine Klage über die fortwährend zunehmende Unfruchtbarkeit der Roças. Einer der intelligenteren Landwirthe der Provinz erzählte mir, daß bei keiner Culturpflanze der Rückschlag so fühlbar sei wie beim Zuckerrohr und daß er gegenwärtig auf den nämlichen Roças nur den dritten Theil des Ertrags erziele, den sein Vater vor etwa 55 bis 60 Jahren gewonnen habe; und doch, meinte er sehr naiv, stehe er sich bei den geringeren Ernten viel besser als sein Vater bei seinen großen, denn jener habe das Faß Cachaza (Branntwein) nicht einmal zu einem Milreis verkauft, ihm selbst aber sei sie im vergangenen Jahre mit vierzehn bezahlt worden. In seiner Art hatte der Mann wohl Recht; wie wird aber sein Sohn einmal stehen, wenn er in dem nämlichen System fortarbeitet und die Cachaza wieder wohlfeiler wird? In der Provinz Bahia ist der Rückschlag des Zuckerrohrs so beträchtlich, daß sich vor ungefähr einem Jahr eine Anzahl Plantagebesitzer vereinigten und ein Schiff ausschickten, um von verschiedenen überseeischen Gegenden neue Arten Zuckerrohr zu holen. Sie schieben ihre schlechten Ernten einzig und allein einer Entartung des Rohrs zu, ohne zu bedenken, daß durch die fortwährend im großartigen Maßstab ausgeführte Zuckerrohrcultur ihre Felder im höchsten Grad erschöpft sind.“

(Reise durch die Provinz Minas Geraes von J. J. von Tschudi. Beil. d. Allg. Zeit. Nr. 147. 27. Mai 1858.)

Bestandtheile vom Boden, das Halmgewächs empfängt sie — man kann es sich so denken — vom Klee. Wenn man demnach den Klee veräußert, so führt man aus die Bedingungen zur Kornerzeugung, es bleibt nichts für das Korn zurück; veräußert man das Korn, so fällt in einem folgenden Jahr eine Kleeernte aus, denn in dem Korn veräußerte man einige der unentbehrlichen Bedingungen zu einer Kleeernte.

Der Bauer drückt die Wirkung des Futtergewächses in seiner eigenen Weise aus, indem er sagt: es verstehe sich von selbst, daß man den Mist nicht verkaufen dürfe; ohne Mist sei eine dauernde Cultur nicht möglich und in den Futtergewächsen verkaufe man seinen Mist; um dieß einzusehen, dazu bedürfe man die Weisheit eines Chemikers nicht. Sicherlich nicht, denn so weit geht der gewöhnlichste Bauernverstand; daß er aber in seinem Korn seinen Mist dennoch verkauft, dies sieht selbst die große Mehrzahl der erleuchtetsten Landwirthe nicht ein. Der Mist enthält alle Bodenbestandtheile des Futters, und diese bestehen aus den Bodenbestandtheilen des Korns plus einer gewissen Menge Kali, Kalk, Schwefelsäure. Es ist leicht verständlich, da der ganze Misthaufen aus Theilen besteht, daß er auch keinen Theil davon veräußern darf, und wenn es möglich wäre die Bodenbestandtheile des Korns durch irgend ein Mittel von den anderen zu scheiden, so würden gerade diese für den Bauer den höchsten Werth haben, denn diese bedingen die Cultur des Korns. Diese Scheidung findet aber statt in der Cultur des Korns, denn diese Bodenbestandtheile des Mistes werden zu Bestandtheilen des Korns, und in dem Korn verkauft er einen Theil, und zwar den wirksamsten Theil seines Mistes.

Zwei Misthaufen von gleichem Ansehen und anscheinend gleicher Beschaffenheit können für die Korncultur einen sehr ungleichen Werth haben; wenn in dem einen Haufen sich doppelt so viel von Aschenbestandtheilen des Korns als in dem andern befinden, so hat der erstere den doppelten Werth. Durch die Ausfuhr der Bodenbestandtheile des Korns, welche das Korn von dem Mist empfing, nimmt dessen Wirksamkeit für künftige Kornernten stetig ab.

Von welchem Gesichtspunkt man demnach die Ausfuhr des Korns oder irgend einer anderen Feldfrucht betrachten mag, für den Landwirth, der die ausgeführten Bodenbestandtheile nicht ersetzt, ist die Wirkung immer eine Erschöpfung des Bodens. Die dauernde Ausfuhr von Korn macht den Boden unfruchtbar für Klee, oder raubt dem Mist seine Wirksamkeit; der Mist hat für sich nur insofern einen landwirthschaftlichen Werth, als er die für Erzeugung der verkaufbaren Producte nöthigen Bedingungen enthält; die Größe oder der Umfang eines Haufens machen seinen Werth nicht aus.

Man wird einsehen, welcher Mangel an Einsicht in der Lehre verhüllt liegt: daß der Mist das Material sei, welches vom landwirthschaftlichen Gewerbe verarbeitet werde &c., und wie dieser Lehr- und Glaubenssatz dazu beigetragen hat, die Augen der Landwirthe für die Erkennung der einzigen und Urquelle aller landwirthschaftlichen Production und seines Reichthums, welches der Boden ist, zu verschließen.

Wenn unsere Landwirthe den jungfräulichen Boden Amerikas, Australiens oder Neu-Seelands zu ihrer Verfügung hätten, so würde ein Lehrer, der sie glauben machen wollte, daß „der Mist die Seele der Landwirthschaft" sei, in ihren Augen einfach lächerlich erscheinen, da sie ja die Erfahrung für sich haben, daß ihr Korn ohne allen Mist gedeiht.

In unsern erschöpften Feldern finden die Wurzeln der Halmgewächse in den obern Schichten der Ackerkrume den ganzen Gehalt an Nahrung für einen vollen Ertrag nicht mehr vor, und der Landwirth baut deßhalb auf diesen andere Pflanzen an, die wie die Futter- und Wurzelgewächse mit ihren weitverzweigten tiefgehenden Wurzeln nach allen Richtungen hin den Boden durchwühlen, deren mächtige Wurzeloberflächen den Boden aufschließen und die Bestandtheile sich aneignen, welche das Halmgewächs zur Samenbildung bedarf. In den Wurzelrückständen dieser Pflanzen, in den Bestandtheilen des Krauts, der Wurzeln und der Knollen, welche der Landwirth den obersten Schichten der Ackerkrume in der Form von Mist zuführt, hat er die zu einem oder mehreren vollen Erträgen mangelnden Kornbestandtheile ergänzt und concentrirt; was davon unten und überall war, ist jetzt oben. Der Klee und die Futtergewächse waren nicht die Erzeuger der Bedingungen der höheren Kornerträge, so wenig wie die Lumpensammler die Erzeuger der Bedingungen für die Papierfabrikation sind, sondern einfach die Sammler derselben.

Der amerikanische Farmer raubt sein Feld aus *ohne weitere Umstände*; wenn es ihm nicht reichlich genug mehr gibt, so wandert er mit seinen Pflanzen aus auf ein frisches Feld, denn er hat Feld genug und zum vollständigen Ausrauben keine Zeit. Die moderne intensive Landwirthschaft ist der *Raub mit Umständen*, das letzte Stadium der Raubwirthschaft.

Vor dem dreißigjährigen Krieg war die Bevölkerung Deutschlands nicht kleiner als jetzt. Jedes Individuum verbrauchte damals naturgesetzlich zum Athmen und Arbeiten so viel Sauerstoff und Kraft wie dieß heute geschieht; die damalige Landwirthschaft producirte *nach dem Raubsystem des amerikanischen Farmers* eben so viel kohlenstoff- und stickstoffhaltige Nahrungsmittel, *nur nahm man sich mehr Zeit dazu*. Man hatte Jahre des Mangels, und dieser war in seinen Wirkungen empfindlicher als er heute ist, weil eine Ausgleichung durch Zufuhr des Fehlenden aus Amerika, aus Ungarn und der Fruchtkammer des südlichen Rußland nicht statt hatte; aber in den gewöhnlichen Jahren hatte man Ueberfluß. Man baute das eine Jahr Winterkorn, das andere Jahr Sommerkorn und Stoppelrüben, das dritte Jahr ließ man das Feld ausruhen; einen andern Wechsel als mit Hülsenfrüchten kannte man nicht. Die Stallfütterung, was man heute so nennt, war unbekannt. Für die Pferde lieferte die Wiese Winterfutter; das Rindvieh, die Schafe suchten sich ihre Nahrung auf den Gemeindeweiden, auf den Brachäckern und im Wald. Das landwirthschaftliche System von damals war das System des Mannes, der jeden Tag einen Gulden einzunehmen hatte, und der die Gulden in einer Woche zusammenkommen

ließ, um sie in der zweiten auszugeben. Am Sonntag hatte er dann sieben Gulden, und er konnte jetzt am darauf folgenden Montag vier, am Dienstag drei, am Mittwoch ebenfalls drei Gulden ausgeben und eine Menge Dinge kaufen, die er mit der täglichen Ausgabe eines Guldens nicht hätte kaufen können.

Durch dieses System der Brachwirthschaft wurde die Fruchtbarkeit des Ackers nicht gesteigert, d. h. die Bedingungen zur Erzeugung der Feldfrüchte nicht vermehrt, sondern vortheilhafter in der Zeit verwendet. Eine Bereicherung des Feldes ohne Zufuhr ist unmöglich. Es war noch ein Vorrath von wirksamen Bodenbestandtheilen im Feld, aber in einem für die Pflanzen nicht zugänglichen oder aufnehmbaren Zustand. Man wartete in der Brache die Zeit ab, wo ein Theil des Vorraths aufnehmbar geworden war, und machte die Ernte in dieser Weise lohnend; durch die Brache wird der Ueberschuß in der Einnahme nicht erworben, sondern erspart; man raubt sein Feld vortheilhafter aus, indem man sich dazu Zeit nimmt. Die Zeit, so meinte man, kostet kein Geld, und den Dung erspart man. Dieser Vortheil war Allen klar.

Diese Wirthschaft dauerte bis gegen die Mitte des vorigen Jahrhunderts. Der Bauernstand verfiel in Armuth und Elend, die Production der Felder nahm ab.

In dem siebenzehnten und im Anfang des achtzehnten Jahrhunderts blühte noch an unzähligen Orten in Deutschland der Weinbau; man hatte Weinberge auf Feldern, auf denen jetzt kein Rebstock mehr wächst; nur die großen Zehentkeller sind an manchen Orten noch da und legen Zeugniß ab von dem Umfang dieser Cultur. Mit den Weinbergen wurde die Raubwirthschaft am frühesten fertig, denn der Weinberg producirt keinen Dünger, und als der Feldbau gewahr wurde, daß er selbst den äußersten Mangel daran hatte, da ging der Weinbau wie ein Licht aus, dem der Oelzufluß fehlt.

„Außer schlechtem, saurem Wiesenfutter hatte der Landwirth kein anderes Winterfutter für das Vieh als etwas weiße Rüben, Möhren, Kraut und Erdbirnen, von allem aber nicht viel, weil auf den Feldern von selbst nichts mehr wachsen wollte. Dieses sparsame Futter wurde den Winter über, soweit es langte, noch sparsamer eingebrüht, und wenn es alle war, mußte sich das Vieh mit Gersten-, Hafer- und Erbsenstroh begnügen. Dagegen waren Milch, Butter und Käse schlecht und wenig. Aengstlich wartete man das Frühjahr ab, um ein bischen Weizenschrappe zu bekommen und das Vieh, wenn das Gras etwa einen Daumen hoch gewachsen war, auf die Weide gehen zu lassen, von der es eben so hungrig wieder zurück kam als es hinausgegangen war, und aussah wie die mageren Kühe, die Pharao im Traum gesehen hatte.“ So beschreibt Johann Christian Schubert, der vom Kaiser Joseph II. wegen seiner Verdienste um die Einführung des Kleebaues zum Ritter des heiligen römischen Reichs von dem Kleefeld ernannt worden war, den damaligen Zustand.

Von dieser Zeit datirt der deutsche Kleebau. Es war ein Jubel durch das ganze Reich. Die Bauern, welche Klee pflanzten, bekamen

silberne Kleethaler zum Umhängen, und der seit 2000 Jahren verlassene Mistcultus gewann wieder Boden; in landwirthschaftlichen Lehrkanzeln errichtete man Altäre für den altrömischen Mistgott Sterculius*), und seine Priester opfern ihm noch heute. Aber der Mistgott war launenvoll; er hatte eine Vorliebe für gewisse Felder, aber nur eine Zeit lang, und er ist jetzt nach hundert Jahren ungütig und hart geworden. Mit allem Weihrauch ringt man ihm die früheren reichen Gaben nicht mehr ab, und gerade auf den Feldern, welche er am meisten begünstigte, läßt er jetzt keinen Mist mehr wachsen; darum bitten seine Priester um ein kleines Stückchen von dem Stein der Weisen zum Opfer für den Mistgott, um ihn zu vermögen, fernerhin Mist d. h. Klee auf Feldern wachsen zu machen, auf denen er nicht mehr gedeihen will. Als nun zu dem Klee noch der Gyps und Mergel und die Kartoffeln kamen, da glaubte man, die Noth habe für alle Zukunft ein Ende. Nach der Raubwirthschaft, ohne und dann mit Geduld, entwickelte sich jetzt der Raub nach dem System eines am Rhein bekannten Räubers, der nur die Reichen beraubte; ihnen nahm er die Thaler ab, den Armen schenkte er zuweilen einen Pfennig, und schnitt ihnen nur zum Spaß die Hosenknöpfe ab.

Der Reichthum der Reichen war nach seinem System den Armen abgeraubt, und Gerechtigkeit müsse einmal in der Welt sein.

In dieser Weise verfährt unser intensiver Landwirth. Er nimmt in dem Korn dem (reichen) Klee die Thaler ab, die dieser von dem (armen) Feld in Pfennigen empfing, und bildet sich ein, daß dieser Raub ewig dauern werde, denn sein Lehrer lehrte ihn, daß sein Feld die Eigenschaft habe Pfennige zu schwitzen.

Die Folgen dieser Raubwirthschaft nach dem System des edlen Räubers sind klar, offenkundig und liegen vor Jedermanns Augen; niemals ist der Düngermangel größer gewesen; alle mit so viel Erfolg gegen Ende des vorigen Jahrhunderts eingeschlagenen Wege und Mittel, die Production der Felder in derselben wunderbaren Weise zu steigern wie damals, haben dieselbe Wirkung nicht mehr. Der Gyps macht jetzt den Klee nur wässeriger, vermehrt aber den Klee-Ertrag nicht mehr; das gemergelte Land ist unfruchtbarer als vorher; ohne die Waldstreu würde der Getreidebau in vielen sonst fruchtbaren Gegenden längst, wie der Weinbau, verschwunden sein. Anstatt des Bodens raubt man dort den Wald aus, so lange es eben geht! „Wenn ihr Klee bauen und meiner Anweisung genau folgen werdet", sagt der gute Schubert zu seinen Bauern, „dann werdet ihr den reichlichen Segen Gottes mit fröhlichem Herzen lobpreisen können; eine Regel habt vor Augen, und ich ermahne euch ein- für allemal, sie zu befolgen: bauet niemals Klee mit Verlust des Getreides, sondern allemal nur in der Brache, damit ihr ihn umsonst habt, und schafft also die Brache ab."

Damals kannte man keine andere Wirthschaft als die Dreifelder=

*) Sterculius oder Sterquilinus, nach Einigen ein Beiname des ländlichen Saturnus (die Erläuterung von Virgils Georgica durch Voß, 74).

wirthschaft. In zwölf Jahren baute man achtmal Korn und viermal Klee. Wohin, wohin ist die schöne Zeit, wo man von demselben Felde in drei Jahren zwei Kornernten bekam und wo man den Klee umsonst hatte! Die heutige intensive Wirthschaft producirt in zwölf Jahren nur sechs Kornernten. Auf den guten Feldern in Mecklenburg erntet man in neun Jahren nur viermal Korn. Die ursprüngliche Fläche, welche zur Concentration der Nahrung für die Halmgewächse genügte, reicht also heutzutage nicht mehr aus; sie mußte, um den Vorrath zu ergänzen, vergrößert werden. Man bebaut heutzutage ebensoviel und mehr Feld zur Nahrung für das Vieh als für den Menschen, und der menschliche Sinn ist so verkehrt geworden, daß man dies für eine Verbesserung hält!

So lange man, anstatt über die Bedingungen der Cultur aller Gewächse nachzudenken, sie aufzusuchen und ihre Anwendung zu lernen, das Heil der Landwirthschaft in dem „Mist“, in einem an sich unbestimmten, unbestimmbaren, veränderlichen Ding sucht, ist kein Fortschritt der Landwirthschaft möglich. Ich selbst täusche mich darüber nicht, daß die Wissenschaft noch auf lange hin tauben Ohren predigen wird. So lange es noch so Viele giebt, denen die Beraubung ihrer eigenen Felder hohe Erträge und ein reichliches Einkommen gewährt, ist an einen rationellen Betrieb nicht zu denken. Das Feld ist und bleibt ihre Kuh, die ihnen Milch giebt, aber eine Kuh, die sie mit ihrem eigenen Fleisch, das sie ihr von den Rippen schneiden, füttern, und ehe das Licht durch das hohle Skelett in ihre Augen fällt, werden sie ihrer thörichten Wirthschaft nicht bewußt; der Raub liegt allzutief in der innern Menschennatur begründet, und nichts scheut der Mensch so sehr als den Erwerb durch geistige Anstrengung; er ist und bleibt in vielen Dingen ein Kind, dem die allergrößte Pein das Lernen und die Schule ist; der einzige Zwang ist die Noth; sie wird früh genug kommen.

Die regellose Beraubung unserer Wälder führte mit dem Herannahen ihrer Gefahren für den Staat und die Gesellschaft zu einer bewunderungswürdig geordneten Forstwirthschaft. Wäre der Wald in eben so viel Parcellen getheilt und in eben so viel thörichten Händen wie das Ackerfeld, so würden wir längst kein Holz mehr haben; täglich rückt uns die Gefahr immer näher, durch die Ausrottung der Chinabäume eines der unschätzbarsten Arzneimittel für die menschliche Gesellschaft zu verlieren, und es bleibt uns nur der Trost, daß mit dem allerletzten Baum die rationelle Cultur derselben beginnen wird, die uns nach einer Reihe von Jahren für immer damit versorgt*).

*) Man behauptet, daß unsere intensiven Landwirthe die Kunst besäßen, demselben Stück Land mehr Korn abzugewinnen, als dies im siebzehnten Jahrhundert geschah; ich habe gerechte Bedenken und halte es für möglich, daß eine genaue statistische Untersuchung das Gegentheil erweisen dürfte, und wer ein Menschenalter zurückblicken kann, der erinnert sich vielleicht wie ich, daß eine Menge Land jetzt bebaut ist und Früchte liefert, das früher öde lag (ein Vortheil, den uns die Wechselwirthschaft ohne Zweifel verschaffte); es fragt sich, ob die Mehrproduction, wenn sie wirklich besteht, nicht in der vergrößerten früchtetragenden Feldoberfläche gesucht werden muß. Ein ausgezeichneter ame=

Die Erfindungen der schriftstellernden Landwirthe, um die Augen der Landwirthe und ihre eigenen dem Licht der Wissenschaft zu verschließen und ihrem Verstand die Gesetze der Ernährung der Pflanzen unzugänglich zu machen, sind höchst merkwürdig und die Geschichte der Landwirthschaft wird ihnen sicherlich das Andenken bewahren. Noch heute betrachtet es der Wetterauer Landwirth, und mit Recht, nicht nur als einen Nachtheil, sondern als eine Schande, seinen Dünger zu verkaufen; es war eine Ehre, recht viel auf seinen Feldern zu erzeugen; man lehrte ihn, es sei ein unbegreifliches Etwas in dem Mist, was nur im Mist und nicht in anderen Dingen stecke; die Asche, der Gyps seien keine Nahrungsmittel, sondern eine Art von Fuhrmannspeitschen, die ganz zweckmäßig dienen, um die Thätigkeit der faulen Pflanzen anzuregen, und auch heutzutage dienen die Bodenbestandtheile im Guano, im Knochenmehl noch immer nicht zur Ernährung, sondern es sind nur **Beidünger**, Hülfsmittel um mehr Mist zu erzeugen.

Um den Mistcultus zu retten, machen es seine Priester wie die Bauern von Birkenfeld im vorigen Jahrhundert, die sich bitter beklagten, daß man sie nöthigen wolle ein ausländisches Unkraut (Klee) zu bauen; sie sagten den Beamten unverhohlen: „die Herren sollten bei ihrem Leisten bleiben und sich um die Sachen bekümmern, die sie gelernt hätten. Was den Feldbau betreffe, so verstünden sie denselben wohl besser als alle Markgrafen und Oberamtleute in der Welt.“ Sie wollten die Sache nicht einmal versuchen, und als man sie zwang den Klee auszusäen, so erbaten sich dieselben nach einiger Zeit eine obrigkeitliche Besichtigung — „kein Körnchen von Klee war aufgegangen“, und es ergab sich zuletzt, daß die Bauern den Kleesamen abgekocht hatten. In derselben Weise verfährt man heute mit den wissenschaftlichen Principien; die Lehrer der modernen Landwirthschaft kochen sie in ihren Töpfen ab, und der Augenschein ergibt alsdann, daß kein Körnchen davon aufgegangen ist; von dem Zwange des Fruchtwechsels wollen sie einmal den Landwirth nicht befreit haben, dies verstünden sie besser. Aber ihre Lehre selbst ist dürr, weil sie keine Wurzeln hat; was sie in ihren Büchern Gutes lehren, weiß der Landwirth, denn sie haben es von ihm, und was von ihnen kommt, flößt ihm kein Vertrauen und keine neuen fruchtbaren Gedanken ein, und erhöht und stärkt seine Kräfte nicht. Wenn sie dem Landwirth einfach sagten, was der und jener zu der oder jener Zeit auf diesem oder jenem Felde gemacht hat, und daß man brav düngen müsse, daß Guano und Knochenmehl treffliche Dünger und Chili-Salpeter und Gyps und Mergel auch nicht zu verachten seien — wer könnte ihnen billigerweise einen Vorwurf wegen der Verbreitung dieser geistesarmen Wahrheiten machen? Sie sind aber viel weiter ge-

rikanischer Nationalökonom, Carey, versicherte mich, daß man nach genauen Erhebungen im Jahre 1850 (von den Times Commissioners) ermittelt habe, daß damals England 2 Mill. Quarter Korn weniger producirte, als dies nach Arthur Young im Jahr 1774 geschah. Ich wage diese Thatsache, welche sprechend genug wäre, nicht zu verbürgen.

gangen und haben in ihrer Verblendung und Beschränktheit die Axt an die Wurzel des Wohlstandes der landwirthschaftlichen Bevölkerung gelegt, und dies kann fernerhin nicht geduldet werden.

Sie behaupten und lehren, daß in dem Guano, Chili-Salpeter und Knochenmehl der Stickstoff der einzige gemeinsame Bestandtheil sei, der in Betracht komme, und dem die erzielte Vermehrung des Pflanzenwuchses zuzuschreiben sei.

Sie lehren und wollen die Landwirthe glauben machen, daß 10 bis 12 Pfund Rindviehharn, der keine Phosphorsäure enthält, die Wirkung von 1 Pfund Guano habe, welcher reich an Phosphorsäure ist, weil beide einerlei Mengen von Stickstoff enthalten.

Sie lehren und behaupten, daß die Wirksamkeit des Guano und des Stallmistes durch die nämliche Ursache (ihren Stickstoffgehalt) bedingt sei, und daß der Guano die Wirkung des Stallmistes haben müsse.

Und alles dies ohne eine einzige Thatsache für sich, oder ohne nur versucht zu haben, durch eine unverwerfliche Thatsache festzustellen, daß man auf einem erschöpften Feld durch Stickstoff allein in einer Reihe von Jahren die nämlichen Erträge an Korn oder einer Feldfrucht hervorbringen könne, die man thatsächlich durch Stallmist, durch Guano und Knochenmehl auf demselben Feld erhält — eine Wirkung, welche Jeder, der mit den Anfangsgründen der Pflanzenernährung bekannt ist, als ein Ding der Unmöglichkeit erkennt.

Diese Lehrer gehen aber noch viel weiter. In Nr. 247 des Schwäbischen Merkurs vom 15. October 1856 ist ein Artikel über den Chili-Salpeter und seine Anwendung von einem Professor an einer der ersten landwirthschaftlichen Akademien Deutschlands abgedruckt, worin gesagt ist: mit einem Centner Chili-Salpeter vermöge man dieselbe Wirkung hervorzubringen wie mit 75—80 Centnern Stallmist, während Guano nur 60—70 Centner ersetze — ein Centner erzeuge etwa drei Centner Getreidekörner. Jedoch sei nur im ersten Jahr eine Wirkung wahrzunehmen — der Centner koste 12 fl., und der Gleichwerth eines Centners Stallmist komme demnach auf 9 kr. zu stehen.

Diese Anzeige ist die Spitze der Theorie unserer Lehrer der modernen Landwirthschaft; sie soll den düngerbedürftigen bemittelten Bauer und kleinen Landwirth veranlassen, Chili-Salpeter zu kaufen, ein Salz, das nichts von den Aschenbestandtheilen der Halmgewächse, sondern Salpetersäure und Natron enthält, und von dem versichert wird, daß ein Centner drei Centner Getreidekörner einbringe, der zwar nur ein Jahr wirke, aber dennoch 75—80 Centner Stallmist ersetze, dessen günstige Wirkung auf einem Feld nach sieben bis acht Jahren noch bemerkbar ist. Die einfache Vergleichung des Chili-Salpeters mit dem Guano und Stallmist ist eine Versündigung an dem gesunden Menschenverstand, und die Empfehlung desselben mit obligater Unterschätzung des Guano und Stallmistes eine Beschädigung des Eigenthums von Tausenden durch einen gewissenlosen oder unwissenden Rathgeber.

Man kann ein solches Verfahren vielleicht einem Handlungsreisenden für einen Speculanten in Chili-Salpeter verzeihen, allein wenn der-

gleichen Lehren von Lehrern der Landwirthschaft und einer ganzen Schule verbreitet werden, wenn sie den Landwirth durch ein schlechtes, auf die große Mehrzahl der Fälle ganz unanwendbares Rechenexempel glauben machen wollen, daß der Stickstoff doppelt so viel Werth für ihn habe als die Phosphorsäure, fünfmal so viel als Kali und zwölfmal so viel als phosphorsaurer Kalk, so müssen sich alle Verständigen vereinen sie zur Rechenschaft zu ziehen; was man von ihnen mit Recht verlangen kann, ist nur Billiges: sie sollen durch wahrheitgetreue Darlegung einfacher, richtig beobachteter Thatsachen ihre Lehren beweisen und dafür einstehen.

Obwohl diesen Männern in den letzten Jahren auf das augenscheinlichste dargethan worden ist, daß ihre Ansichten und Lehren auf einem Irrthum beruhen, so hat dies keinen überzeugt; alle sind gekommen und haben, einer nach dem andern, den ohnmächtigen Versuch gemacht — nicht neue schlagende Beweise für ihre Lehre beizubringen — sondern Zweifel gegen die Tragweite der sie widerlegenden Thatsachen zu erwecken; keiner hat nur in Gedanken gewagt, ihre zahlreichen eigenen Versuche und chemischen Analysen, aus denen sie ihre Folgerungen zogen, als Stützen für ihre Lehre anzusprechen, weil sie wußten, daß alle diese Arbeiten eine streng wissenschaftliche Prüfung nicht auszuhalten vermögen. Hülfeflehend wenden sie sich jetzt an die nämlichen Landwirthe, denen sie durch diese Analysen die Ueberzeugung eingeflößt hatten, daß der Stickstoff der einzig wirkende Bestandtheil im Guano, im Knochen- und Repskuchenmehl sei, um sie zu vermögen, Zeugniß abzulegen, daß sie ihnen gut gerathen hätten, und daß die landwirthschaftlichen Erfahrungen mit ihrer Theorie sich in Uebereinstimmung befänden, daß das Pfund Ammoniak einen praktischen Werth von 12 Groschen und das Pfund Knochenmehl nur einen Groschen Werth habe. Aber der praktische Mann weiß in Wahrheit von der Wirkung des Ammoniaks oder der Salpetersäure nichts oder nur vom Hörensagen, denn daß der Guano, das Knochenmehl und das Repskuchenmehl vortreffliche Dünger seien, hat er nicht vom Agriculturchemiker, sondern der Agriculturchemiker hat es von ihm erfahren; der letztere hat nur seinen kleinen Hokuspokus dazu gethan, um von dem Sonnenschein ihrer guten Wirkung auch einige Strahlen auf sich zu lenken.

## Siebenundvierzigster Brief.

Als Nahrungsmittel ist das Ammoniak der Pflanze eben so unentbehrlich als die Kohlensäure, und seine günstige Wirkung in dem Dünger ist leicht zu verstehen, wenn man sich an die des Wassers erinnert.

Das Wasser spielt in der Vegetation eine doppelte Rolle: es liefert den Pflanzen in einem seiner Bestandtheile ein unentbehrliches Element, und dann dient es, um die Bodenbestandtheile durch die Wurzeln in die Pflanze übergehen zu machen. Wenn der Boden auch noch so reich an Pflanzennahrung ist, so wachsen in heißen Tagen die Pflanzen nicht, wenn es an Wasser im Boden fehlt; die Feuchtigkeit im Boden ist die Brücke, welche den Uebergang der mineralischen Nahrung vermittelt.

Wenn es an der Zufuhr dieser Stoffe mangelt, so nehmen die Blätter weder Kohlensäure noch Ammoniak aus der Luft auf; die Vegetation steht still, obwohl die Luft in heißen Tagen reicher an Wasser ist als in kalten, aber dieses Wasser nützt der Pflanze nichts. Die sonnereichen warmen Tage, sonst die günstigsten für die Entwickelung des Gewächses, werden alsdann zu den gefährlichsten, namentlich für die Sommergewächse, welche nicht Zeit genug hatten ihre Wurzeln in die Tiefe zu treiben, wo noch Feuchtigkeit ist, die ihnen Nahrung zuführen kann. Die Gerste wird dann eine Hand hoch und schießt in Aehren, die Kartoffeln setzen keine Knollen an. Ein einziger guter Regenschauer zur *rechten Zeit* ändert alles dies wie mit einem Zauberschlag, und wenn der Landwirth seine Felder beregnen lassen könnte zur *rechten Zeit*, wie der Blumengärtner seine Blumentöpfe wässert, so würden alle Pflanzen ein Maximum von Erträgen geben; selbstverständlich nur dann, wenn es an aufnehmbarer Nahrung nicht fehlt, denn wenn der Boden daran Mangel hat, so hat man nur ein dem Mangel entsprechendes Maximum zu erwarten. Indem also das Wasser mehr *Bodenbestandtheile* zuführt, nehmen die Pflanzen mehr Kohlenstoff und Stickstoff auf, ihre Entwickelung wird beschleunigt und das Erntegewicht nimmt zu.

Ganz so verhält es sich mit dem Ammoniak. Vermehren wir den Ammoniakgehalt der Luft oder des Bodens, so findet die Pflanze zu *günstiger Zeit* mehr von diesem Nahrungsmittel als sonst vor, und die Folge davon ist, daß in entsprechender Weise mehr Bodenbestandtheile wirksam werden. Da mit den Blättern täglich nur ein gewisses

Luftvolum in Berührung kommen kann, so kann die Pflanze aus dieser Luft nicht mehr Ammoniak und Kohlensäure aufnehmen als sie enthält, und es gehört demnach zur Aufnahme oder Vermehrung der Pflanzenmasse eine gewisse Zeit; nimmt sie in jedem Tage gleich viel auf, so nimmt sie in zwei Tagen doppelt so viel als in einem Tag.

Wenn die Pflanze an günstigen Tagen doppelt oder viermal so viel mineralische Nahrung empfangen hat als sonst, so wird der Ueberschuß warten müssen, um wirksam zu sein, bis so viel Kohlensäure und Ammoniaktheilchen durch die Blätter hinzugekommen sind, daß sie zusammen zu Pflanzenbestandtheilen übergehen können. Keiner von den Nahrungsstoffen wirkt, wenn die andern nicht dabei sind und mitwirken. Wenn wir demnach, da es an Kohlensäure in der Regel nicht fehlt, den Ammoniakgehalt des Bodens oder der Luft vermehren, so wird unter gleichen Umständen die Entwickelung der Pflanze außerordentlich beschleunigt, was nichts Anderes sagen will, als daß der Ertrag an Pflanzenmasse in der Zeit zunimmt, wie man dies an Mistbeeten sieht. Wären die Bodenbestandtheile nicht in der Pflanze gegenwärtig und wirkungsfähig gewesen, so würde das Ammoniak nicht die allergeringste Wirkung auf die Vermehrung der Pflanzenmasse gehabt haben.

Man wird demnach über die außerordentliche Wirkung des Guano auf die Vermehrung der Kornerträge sich nicht wundern können, denn der Guano enthält nicht allein die Bedingungen zur Kornbildung, welche der Boden hergeben muß, sondern auch in dem Ammoniak einen unentbehrlichen Nahrungsstoff, der ihre Wirkung in der Zeit steigert und erhöht. Auf manchen Feldern kann das Ammoniak im Guano bei günstiger Witterung möglicherweise doppelt so viel von diesen Bodenbestandtheilen wirksam machen und in einem Jahr einen Ertrag liefern, den diese Bodenbestandtheile für sich allein erst in zwei Jahren geliefert hätten.

Man wird ferner einsehen, daß das Ammoniak für sich allein, einem Boden gegeben, der die Bedingungen zur Kornbildung in genügender Menge enthält, eine günstige Wirkung auf die Erhöhung des Ertrags haben muß; da man aber in dem geernteten Korn mehr von den Bedingungen hinwegnimmt, die das Ammoniak wirksam gemacht haben, so müssen die Erträge des Feldes in den folgenden Jahren — wenn man fortfährt Ammoniak zu geben, ohne die hinweggenommenen Bodenbestandtheile zu ersetzen — in eben dem Grad abnehmen als sie im ersten und zweiten Jahre höher gewesen sind.

Das Ammoniak ist mit einem Worte ein sehr nützliches Düngmittel, wenn es begleitet ist von den Bodenbestandtheilen, die es wirksam machen, oder wenn es im Boden die zu seiner Wirksamkeit nothwendigen Bedingungen vorfindet, und es wird vollkommen werthlos für den Landwirth, wenn er für den Ersatz oder die Zufuhr dieser Bedingungen nicht Sorge trägt.

In einem Boden, welcher reich genug an Stickstoff und arm an einzelnen für die Cultur mancher Gewächse unentbehrlichen Boden=

bestandtheilen ist, ist die Anwendung des Ammoniaks oder seiner Salze jedenfalls unnützlich, und häufig geradezu schädlich. Auf einem solchen Boden, dem es einfach an Phosphorsäure fehlt, wird diese — unbegleitet von Ammoniak — als Düngmittel dieselbe Wirkung haben, welche der Guano in gleichem Grad vielleicht nicht hervorbringen würde. Eine Düngung mit saurem phosphorsaurem Kalk (Phosphorit) erhöhte auf einem der ärmsten ausgenutzten Felder in der Umgegend Münchens, in Versuchen, welche das Generalcomité des landwirthschaftlichen Vereins zu Schleißheim ausführen ließ, den Kornertrag (Sommerweizen) um mehr als das Doppelte des ungedüngten Stückes. Wäre dieses Stück mit Guano gedüngt worden, so würde der Ertrag ohne allen Zweifel den des ungedüngten Stückes weit überstiegen haben, und ein Anhänger der sogenannten Stickstofftheorie würde eben so zweifellos dem im Guano zugeführten Ammoniak die Wirkung zugeschrieben haben, von welcher in dem erwähnten Versuch nicht die Rede sein kann. Durch dasselbe Düngmittel hat man an vielen andern Orten, ohne alle Mitwirkung von Ammoniak, Erträge an Korn erhalten, welche die mit Guano erzielten häufig übertrafen, und daß für Felder dieser Art das Pfund Ammoniak keinen Pfennig werth ist, liegt auf der Hand.

Auch der Grund hiervon ist durch die chemische Untersuchung des Bodens ermittelt worden; es hat sich ergeben, daß die meisten Felder auf zehn bis zwölf Zoll Tiefe hundert=, fünfhundert=, oft tausendmal mehr Ammoniak in einer ähnlichen Form enthalten, als es im verrotteten Stallmist, im Knochenmehl oder Repskuchenmehl enthalten ist, und man sieht ein, wenn es an einem einzigen der andern Bodenbestandtheile mangelt, daß der vorhandene Reichthum an Ammoniak nicht wirksam und thätig sein kann.

In der Umgebung Magdeburgs hat man angefangen die Brennrückstände der Rübenzuckermelasse, welche die löslicher Salze der Runkelrübe (keine Ammoniaksalze) enthalten, als Düngmittel zu verwenden, und ich bin versichert worden, daß damit auf einem und demselben Felde mehrere Jahre hinter einander die reichsten Reps= (ebenfalls eine Rübe=) Ernten erzielt worden sind. Für ein jedes Feld giebt es ein solches Mittel; wenn man sich aber begnügt das Ammoniak lobzupreisen, so findet man es nicht.

Der Boden enthält, wie aus dem 38sten Brief erhellt, niemals freies Ammoniak, und während der Fäulniß des Mistes geht der größte Theil des frei gewordenen in eine chemische Verbindung mit den humosen Bestandtheilen desselben über, die es direct der Jauche entziehen, woher es denn kommt, daß diese verhältnißmäßig so arm an diesem Bestandtheil ist. Führt man freies Ammoniak oder ein Ammoniaksalz dem Felde zu, so geht es augenblicklich mit den Bestandtheilen der Ackerkrume eine Verbindung ein, von welcher die Pflanze diesen Nahrungsstoff empfängt. In dieser Weise häufte und häuft sich das im Regen zugeführte Ammoniak im Boden an, und man sollte deshalb verständigerweise kein Geld für das theuerste aller Düngmittel ausgeben, ehe man sich versichert hat, daß weder phosphorsaurer Kalk für sich oder

mit Schwefelsäure aufgeschlossen, oder Asche, oder beide vereinigt, oder Kalk eine Wirkung auf dem Felde, zunächst bei Hackfrüchten, auf welche man Halmgewächse folgen läßt, hervorbringen. Erst wenn dies alles geschehen, ist die Anwendung des Ammoniaks gerechtfertigt.

Man muß übrigens nicht glauben, daß die Ansicht der Verbreiter und Vertheidiger der sogenannten Stickstofftheorie, wonach der Stickstoff oder das Ammoniak der Hauptfactor im Dünger und der Angelpunkt der landwirthschaftlichen Production ist, rein erfunden oder aus der Luft gegriffen sei; diese Ansicht ist vielmehr aus einem verzeihlichen Irrthum hervorgegangen, in den man früher in der Wissenschaft nur allzu oft verfiel, und dem man heute darum noch begegnet.

Es ist ganz richtig, daß man den landwirthschaftlichen Werth der Guanosorten und aller Excremente von Thieren für die Samenproduction sehr genau messen und nach dem gewonnenen Maßstab beurtheilen kann durch ihren Stickstoff- oder Ammoniakgehalt, und es liegt der begangene Fehler wesentlich darin, daß man, auf diese an sich wahren Thatsachen gestützt, die Wirkung dieser Dünger in den Stickstoff hineinlegte, der in dieser Wirkung eine Rolle, aber in den meisten Fällen eine sehr untergeordnete spielt. Es ist dies derselbe Irrthum, welchen Lavoisier und Davy begingen, als der eine den Sauerstoff, der andere den Wasserstoff als das säureerzeugende Princip bezeichnete.

Um dies zu verstehen, muß man sich an die Zusammensetzung der Samen, des Fleisches und derjenigen Pflanzenbestandtheile erinnern, welche zur Bildung des Blutes dienen und welche eine dem Fleisch ähnliche Zusammensetzung besitzen. In allen diesen Stoffen sind die verbrennlichen und unverbrennlichen Bestandtheile des Blutes enthalten. Ein Mensch, der von Brod lebt, nimmt in seinen Leib die Aschenbestandtheile der Samen auf, aus denen das Mehl des Brodes bereitet ist; seine Excremente enthalten die Aschenbestandtheile dieser nämlichen Samen. Aus dem Brod entsteht das Fleisch, und die Excremente der Menschen oder Thiere, die von Fleisch leben, sind ihren Elementen nach identisch mit denen der Menschen oder Thiere, die von Brod oder Samen leben. Brod, Fleisch und Blut enthalten einen stickstoffreichen Stoff, der, in der Nahrung genossen, zur Unterhaltung der Lebensfunctionen oder des Stoffwechsels dient; der Stickstoff dieses Bestandtheils tritt bei dem erwachsenen Thiere täglich in eben der Menge im Harn und in den Fäces wieder aus, in welcher er in der Nahrung genossen wurde.

Die Excremente der Menschen und Thiere enthalten demnach nicht nur die Aschenbestandtheile der Samen, des Fleisches, der Bestandtheile der Wurzeln, Knollen, Kräuter 2c., welche Blut und Fleisch im Körper der Thiere gebildet haben, sondern sie enthalten auch den größten Theil des Stickstoffs dieser Samen, des Fleisches und der fleisch- und blutbildenden Bestandtheile.

Es ist nun durch die genauesten chemischen Analysen (s. S. 1 bis 49, Ergebnisse landwirthschaftlicher und agricultur-chemischer Versuche des Generalcomité's des landwirthschaftlichen Vereins in Bayern,

München, Literarisch-artistische Anstalt, 1857), wie bereits erwähnt, festgestellt worden, daß zwischen der Stickstoffmenge in den Samen und ihrem Gehalt an Phosphorsäure oder phosphorsauren Salzen (zwischen dem Stickstoff und den Aschenbestandtheilen der Samen) ein festes unveränderliches Verhältniß besteht, so zwar, daß man, wenn man den Stickstoffgehalt kennt, aus diesem den Gehalt an Phosphorsäure oder phosphorsauren Salzen berechnen kann.

Das nämliche oder ein sehr nahe gleiches Verhältniß findet sich naturgemäß in den festen oder flüssigen Excrementen; beide zusammen enthalten den Stickstoff und die Aschenbestandtheile des Brodes, Fleisches ꝛc. der verzehrten Nahrung, und man versteht mithin leicht, daß man in ganz ähnlicher Weise aus der Bestimmung des Stickstoffgehalts der Excremente ziemlich genau ihren Gehalt an mineralischen Samen- und Fleischbestandtheilen ermitteln könnte.

In der Wirklichkeit ist dieses Verhältniß geändert; der Stickstoff in den Excrementen verwandelt sich in der Fäulniß in Ammoniak, von dem ein Theil durch Verdunstung, ein Theil durch Versickerung der flüssigen Jauche, noch ehe die Fäulniß begonnen hat, mit den vorzüglich wirksamen löslichen Salzen verloren geht (ein Verlust der durch Zusatz von absorbirenden Erden vermieden werden könnte und sollte). Darum ist der Stickstoffgehalt des Inhalts der Latrinen, der Poudrette, des Stallmistes und des Guano kein richtiges Maß für ihren landwirthschaftlichen Wirkungswerth, der auf ihrem Gehalt an den Bestandtheilen der Samenasche beruht; aber von zwei Guanosorten, die man analysirt, kann man mit ziemlicher Sicherheit diejenige als die reinste ansehen, welche in Procenten das meiste Ammoniak enthält; eine jede Verfälschung vermindert diesen Gehalt; dasselbe gilt von der Poudrette, welche sehr häufig an 50 Procent Sand (Kehrsand) und fremde zur Ernährung der Gewächse unnütze Stoffe enthält, und höchst wahrscheinlich auch vom Stallmist.

Es ist deshalb nicht ungereimt, sondern wohlbegründet, zu sagen, daß der Werth der Guanosorten, der Poudrette und des Stallmistes in einem gewissen Verhältniß zu ihrem Stickstoffgehalt stehe, aber der Schluß, den man daraus gezogen hat: daß ihr ganzer Werth, ihre ganze Wirkung auf die Felder auf diesem Stickstoffgehalt beruhe, daß diese Dünger mithin in der Cultur mit gleichem Erfolg ersetzt und vertreten werden könnten durch Ammoniak und seine Salze, ist keiner Begründung fähig und eine Uebereilung. Wäre ein Landwirth auf die Empfehlung der Verbreiter dieser sogenannten Stickstofftheorie hin so thöricht, seine Felder nur zehn Jahre hinter einander mit Ammoniaksalzen oder Chili-Salpeter zu düngen, und im Vertrauen darauf, daß sie den Stalldünger, die Poudrette, den Guano ersetzen könnten, alle seine Feldfrüchte zu verkaufen, er würde nach diesen zehn Jahren ein Bettler sein; und wenn alle Landwirthe in Deutschland überein kämen, die mineralischen Bestandtheile ihres Mistes ihren Feldern nicht zuzuführen, weil nach den Versicherungen ihrer Lehrer sie daran unerschöpflich

sind, so wäre die halbe Bevölkerung Deutschlands nach zehn Jahren verhungert.

Es ist überhaupt eine der niederschlagendsten Erscheinungen in der Landwirthschaft, daß in der Beurtheilung des Werthes eines Düngmittels und seiner Wirkung oft die gebildetsten Männer auf alles Urtheil und den gesunden Menschenverstand verzichten.

Man kann bei der Vergleichung der Wirkung des Guano, Knochenmehls und Chilisalpeters zur Zeit der Ernte oder nach Ablauf eines Jahres nicht einen Strich unter die Rechnung machen und sagen: der Guano oder Chilisalpeter sind bessere Dünger als das Knochenmehl, weil so viele Pfunde mehr Korn mit dem ersten geerntet worden sind als mit den andern. Der gesunde Menschenverstand lehrt, daß man die Wirkung einzelner Düngmittel nach dem Zustand beurtheilen müsse, in welchem sie das Feld hinterlassen.

Es ist wohl klar, daß wenn nach einer hohen Ernte, die man mit Chilisalpeter in einem Jahre erzielt hat, das Feld im darauf folgenden Jahre eine doppelte Düngung erhalten muß, um den gleichen Ertrag hervorzubringen, man in diesem Fall viel Geld ausgegeben hat, um nichts zu gewinnen; und ich fürchte sehr, daß die Landwirthe, wenn sie eine genaue Rechnung über die Erträge einer Reihe von Jahren und den Düngeraufwand — neben Chilisalpeter — anstellen werden, daß sie für die Ausgabe, die sie für den Chilisalpeter gemacht haben, kaum etwas mehr als eine sehr schöne dunkelgrüne Farbe ihrer Gewächse in der ersten Zeit ihrer Vegetation erzielt haben.

Man kann Guano mit Chilisalpeter und Knochenmehl (oder Phosphorit) in ihrer Wirkung nur der Zeit nach vergleichen. Wenn der Guano, womit man gleichzeitig neben Chilisalpeter ein Stück Feld gedüngt hat, im zweiten Jahre den Kartoffelertrag und im vierten den Kleeertrag sehr bemerklich erhöht, während eine Quantität Chilisalpeter von demselben Geldwerth eine gleiche Erhöhung nicht zur Folge hat, so müssen, wenn man nicht ganz oberflächlich verfahren will, diese Nachwirkungen mit in Anschlag gebracht werden. Und wenn der Ansteller von vergleichenden Versuchen mit Guano und andern Düngmitteln, im Fall der Guano im ersten Jahre die stärkste Wirkung gehabt hat, auf den größern Stickstoffgehalt in Guano hinweist, und den Schluß daran knüpfen will, daß eben dieses Stickstoffgehalts wegen die Wirkung größer geworden ist, so muß man ihn fragen: warum er denn nicht mit derselben Ammoniakmenge, die sich im Guano befand, auf einer gleichen Fläche Land ebenfalls einen vergleichenden Versuch angestellt, und in dieser Weise eine Elle sich verschafft hat, um die Wirkung des Ammoniaks im Guano zu messen.

Dies ist bis jetzt von keinem dieser Versuchansteller geschehen, so wie sie denn auch dem Landwirth verschweigen, daß die ausgedehntesten und genauesten Versuche von Lawes, Kuhlmann u. a. darthun: daß ein Pfund Ammoniak im Guano eine fünfmal stärkere Wirkung hat als ein Pfund Ammoniak in der Form eines Ammoniaksalzes. (Die Wirkung des reinen Ammoniaks ist ganz unbekannt.) Es ist

einleuchtend, daß diese stärkere Wirkung nur daher kommt, weil das Ammoniak im Guano begleitet ist von Materien, welche ebenfalls wirken, und wenn deren Wirkung mindestens viermal größer ist als die des Ammoniaks für sich, so handelt man doch offenbar weise, wenn man, überall wo man Ammoniak geben kann und geben will, dafür sorgt, daß jene Stoffe dabei sind, damit auch in diesen Fällen seine Wirkung die fünffache sei.

Wenn ein Agriculturchemiker behauptet, daß „er dem Guano hauptsächlich die bestimmte Ueberzeugung von der hohen Wichtigkeit leicht assimilirbarer Stickstoffverbindungen für unsere Landwirthschaft und mittelbar sonach die schönste Errungenschaft seiner agriculturchemischen Thätigkeit verdanke," so ist das letztere allein richtig, in so fern man — wäre der Guano nicht gewesen — schwerlich von der agriculturchemischen Thätigkeit dieses Mannes in weitern Kreisen etwas erfahren hätte; ein Mann der Wissenschaft sollte sich, um zu schwimmen, nicht an ein Stück Kork hängen, und wenn es ihn trägt, so sollte er dankbar dafür und nicht stolz darauf sein. Der Guano bedurfte des Korks nicht; er hätte seinen Weg doch gemacht wie die Eisenbahnen, so wie er denn in andern Ländern einen weit größern Weg zurück gelegt hat als bei uns, ohne irgend die Beihülfe eines Chemikers zu bedürfen. Dinge, welche Geld einbringen, machen ihren Weg von selbst.

Und wenn Agriculturchemiker behaupten, daß das Ammoniak oder die Ammoniaksalze Universalmittel seien für die Weizencultur, oder der saure phosphorsaure Kalk für die Rübengewächse, so beweisen sie eben, daß sie den eigentlichen Kern der landwirthschaftlichen Lehre nicht verstehen.

Von einem jeden Hectare Weizenfeld führt der kornerzeugende Landwirth in einer Mittelernte Korn (2000 Kilogrm.) 70 Pfund mineralische Samenbestandtheile, darunter 34 Pfund Phosphorsäure und 21 Pfund Kali, den Verzehrern in den großen Städten zu, und von seinem Felde aus; in einem Ochsen von 550 Pfund empfängt die Stadt 183 Pfund Knochen, welche nahe an 120 Pfund phosphorsauren Kalks enthalten, und im Fleisch, in der Haut und den übrigen Theilen des Ochsen 15 Pfund phosphorsaure Salze, identisch mit den Samenbestandtheilen des Roggens*).

Die jährlichen flüssigen und festen Ausleerungen von einer Million Bewohner großer Städte (Männer, Frauen und Kinder) wiegen in staubig trockenem Zustand 45 Millionen Pfund; in diesen befinden sich 10,300,000 Pfund Mineralsubstanzen, großentheils Aschenbestandtheile des Brodes und Fleisches (5 Millionen Pfund Knochen des Schlacht=

*) In der Stadt München wurden im Jahre 1855/56 an Kühen und Ochsen 16,301 Stück geschlachtet, welche, im Mittel zu 5 Centner gerechnet, 8,150,500 Pfund wogen; hierzu kommen an Kälbern, Schweinen und Schafen 66,786 Stück zu 70 Pfund Mittelgewicht, 5,675,020 Pfund. In diesen Zahlen sind die auf der Freibank, von den Wirthen und Köchen geschlachteten Thiere nicht einbegriffen.

viehes, so wie die Mineralsubstanzen in den Ausleerungen der Pferde ꝛc. ungerechnet). Diese Ausleerungen der Menschen allein enthalten an phosphorsauren Salzen 4,580,000 Pfund.

Der Abfluß dieser Materien von dem Land nach den Städten hat seit Jahrhunderten stattgehabt, und erneuert sich jedes Jahr, und kein Theil derselben ist auf die Felder der Landwirthe, die sie geliefert haben, zurückgekehrt; nur wenige Procente davon werden in den Gärten und den Feldern in den nächsten Umgebungen der Städte benutzt.

Es ist vollkommen thöricht zu glauben, daß der Verlust dieser für die Fruchtbarkeit der Felder so wesentlichen Stoffe keinen Einfluß auf die Erträge derselben gehabt hätte. In der That muß auch der Verblendetste in Schrecken gerathen über die enorme Größe dieses Verlustes, wenn er die erstaunliche Steigerung der Erträge an Korn und Fleisch in's Auge faßt, die man erzielt hat, seitdem man durch Anwendung von Guano anfing einen sehr kleinen Bruchtheil der Korn- und Fleischbestandtheile den daran beraubten Feldern wiederzugeben. Ich habe erwähnt, daß die Bestandtheile des Guano identisch sind mit den Bestandtheilen der menschlichen Ausleerungen. In den in Sachsen an sechs verschiedenen Orten für diesen Zweck besonders angestellten lehrreichen Versuchen hat sich herausgestellt, daß ein mit Guano gedüngtes Feld in drei aufeinander folgenden Jahren für 10 Pfund Guano einen Mehrertrag über ein ungedüngtes gleiches Stück von 15 Pfund Weizenkorn, 40 Pfund Kartoffeln und 28 Pfund Klee geliefert hat. Je nach der Beschaffenheit der Felder wechseln diese Mehrerträge von 10 bis 20, in England bis zu 22 und 28 Pfund Korn für 10 Pfund Guano*).

---

*) „Von den Orten, wo das Korn erzeugt wird, ist in den Vereinigten Staaten der Markt hundert und tausend von Meilen entfernt und die Folgen geben sich in der Thatsache zu erkennen, daß der Boden beinahe überall erschöpft ist, daß der Wohlstand anstatt zuzunehmen, abnimmt.

„In welchem Verhältnisse derselbe sich vermindert, ist kürzlich durch einen ausgezeichneten Landwirth gezeigt worden, durch welchen wir erfahren:

„daß die Phosphorsäure und das Kali, welches jährlich den Feldern genommen wird ohne einen bemerkenswerthen Ersatz, nach dem gewöhnlichen Marktpreis einen Werth von zwanzig Millionen Dollar hat;

daß die Aschenbestandtheile von 600 Millionen Bushel Korn jährlich dem Boden genommen werden, ohne bemerkenswerthen Ersatz:

daß die ganze jährliche Verschwendung an den Mineralbestandtheilen des Korns gleich ist „funfzehnhundert Millionen Bushel Korn."

„Vorauszusetzen, sagt der Urheber dieser Schätzungen, daß dieser Stand der Dinge von Dauer und wir als Nation an Wohlstand zunehmen könnten, ist einfach lächerlich (ridiculous). Es ist blos eine Zeitfrage, und die Zeit wird das Problem in unverkennbarer Weise lösen: Was wir mit unserer Bodenschlächterei und Verschwendung verlieren, ist die Essenz unserer Lebensfähigkeit.

„Unser Land ist noch nicht schwach geworden durch diesen Verlust seines Lebensblutes, aber die Stunde ist bezeichnet, wo, wenn unser gegenwärtiges System dauert, das letzte Zucken des Herzens der Nation aufhören wird, wo

Ohne einen Fehler zu begehen, kann man demnach annehmen, daß die Einfuhr von einer Million Centner Guano gleichbedeutend ist einer Erhöhung der Production von zwei Millionen Centnern Korn, die man mit dem im Umlauf vorhandenen selbst erzeugten Düngercapital allein nicht hätte produciren können; dieses producirt für sich seinen Theil genau so, wie wenn der Guano nicht mitgewirkt hätte.

Wir haben seit Jahrhunderten den großen Städten in dem Fleisch und den Feldfrüchten die Bestandtheile des Guano zugeführt, und diesen Guano nicht zurückgebracht, und wir schicken jetzt Schiffe nach Chili, Peru und nach Afrika, und holen uns diesen Guano zurück. Für je 45 Millionen Pfund zahlen wir an das Ausland die Summe von 3 Millionen Gulden.

Unsere Felder haben durch jene Ausfuhr an Fruchtbarkeit verloren; hätten sie dies nicht, wie wäre es denkbar oder nur möglich, daß wir durch die Einfuhr derselben ihre Fruchtbarkeit hätten steigern können!? Ein in der besten Beschaffenheit befindliches Feld darf durch kein Düngmittel in seiner Ertragsfähigkeit gesteigert werden können, und auf gut bewirthschafteten Gütern ist der Mehrertrag durch den Guano darum in der Regel weit geringer als auf schlechten; während er auf den ersteren, so bald sein Preis um etwas höher steigt,

---

Amerika, Griechenland und Rom zusammen stehen werden unter den Ruinen der Vergangenheit.

„Die national-ökonomische Frage ist nicht, wie viel wir zu produciren vermögen, sondern wie viel von unseren jährlichen Producten dem Boden wieder gegeben wird. Arbeit zum Raube des Bodens verwendet ist schlimmer als hinweggeworfene Arbeit. In dem letztern Falle ist sie ein Verlust für die gegenwärtige Generation, im andern ist die Armuth die Erbschaft der Nachkommen.

„Verschwendung, Herr Präsident, ist ein Verbrechen, welches seine Strafe in dem natürlichen, moralischen und politischen Verfall findet, auf welchen ich Ihre Aufmerksamkeit gelenkt habe. — Seine Wirkungen zeigen die Thatsachen, daß in Newyork vor 80 Jahren 25 bis 30 Bushel Weizen der gewöhnliche Ernteertrag waren; er ist jetzt 12, der Mais giebt nur 25 Bushel. In Ohio, einem Staate, welcher vor 80 Jahren noch eine Wildniß war, ist der Mittelertrag von Weizen weniger als 12 Bushel und er nimmt ab, anstatt zuzunehmen. In Virginien, auf einem weiten Landstrich, einst der reichste im Staate, ist der Mittelertrag von Weizen weniger als sieben Bushel, während in Nord-Carolina Land bebaut wird, welches wenig mehr als diesen Ertrag an Mais giebt. In Virginien und Kentucky wurde Tabak gebaut bis der Boden gänzlich erschöpft war und verlassen werden mußte und in den Baumwollengegenden begegnen wir einem Zustand der Erschöpfung, welche durch die kurze Zeit, in welcher sie geschehen, ohne Beispiel in der Welt ist. Die Leute, welche Baumwolle und Tabak bauen, leben von ihrem Capital, sie verkaufen ihren fruchtbaren Boden in ihren Producten zu einem so niedern Preise, daß sie für jeden Dollar den Werth von fünf zerstören."

(Letters to the President on the foreign and domestic Policy of the Union and the effects as exhibited in the condition of the people and the State. By H. C. Carey. Philadelphia, J. B. Lippincolt & Co. 1858. Tenth letter, p. 54.)

keine lohnenden Erträge mehr giebt, werden ihn die schlechten Wirthschafter immer noch, und mit Recht, als ein Mittel preisen, das ihnen Vortheile gewährt.

In den Jahren 1855—1856 sind über 10 Millionen Centner Guano eingeführt worden, von welchem der größte Theil in England blieb; man hat seit einem halben Jahrhundert über 60 Millionen Centner Knochen in England eingeführt, und alles dies ist, auf die Feldfläche Großbritanniens berechnet, nicht der Rede werth und ein Tropfen gegen das Meer von dem, was man in den Ausleerungen der Menschen durch die Flüsse dem Meere zugeführt hat.

Das was die Landwirthschaft im Ganzen durch den Ankauf fremder Düngmittel von dem Verlust, den die Felder jährlich erleiden, möglicherweise decken kann, ist sehr gering. Im Jahre 1852 betrug der Guanoverbrauch in Sachsen in den Kreisdirectionsbezirken Dresden, Leipzig, Zwickau und Bautzen 60,000 Centner, und es kamen auf 400 Acker Feld (= 55,3 Hectare) 16,9 Centner; dies macht auf den Acker $4^1/_5$ Pfund, oder auf den Hectar 3,82 Kilogrm. In diesen 3,82 Kilogrm. Guano sind (bei den guten Sorten) nicht über $1^1/_3$ Kilogrm. mineralische Samenbestandtheile, von denen man im Korn allein jährlich 35 Kilogrm. vom Hectar hinwegnimmt. Wenn demnach Sachsen in einem Jahre 1,428,000 Centner Guano mit 35 Procent Aschenbestandtheilen (für etwa $5^1/_2$ Millionen Thaler) einführt, so ist dies nicht mehr, als was allen sächsischen Feldern zusammen genommen in einer einzigen Ernte Korn entzogen worden ist.

Man muß auf diese Zahlen nicht mehr Werth legen als sie verdienen; sie sind genau genug, um darzuthun, daß unsere Felder unberechenbar fruchtbarer sein würden, daß wir jetzt unendlich mehr Nahrung für die Menschen auf eben der Fläche zu ernten vermöchten, daß wir nicht die Hälfte derselben dem Vieh opfern müßten — wenn unsere Voreltern einsichtig und sorgsam den Guano aus den Städten wieder zurückgeholt und ihren Feldern einverleibt hätten, den sie in ihren Feldfrüchten dem Feld entzogen haben.

Es giebt unter den Gewerbtreibenden keinen, dessen Sinn mehr auf den augenblicklichen und vorübergehenden Gewinn gerichtet ist als der des gewöhnlichen Bauers, obwohl gerade bei diesem das Gegentheil vermuthet werden sollte, keinen, der im industriellen Sinne weniger zu rechnen versteht.

Der kluge Landwirth welcher den Bauern in seiner Umgegend ihre Kartoffeln abkauft, um Branntwein daraus zu brennen, oder den Reps, um Oel daraus zu schlagen, weiß, daß jede Kartoffelernte von zwei Tagwerken Feld, die ihm der Bauer verkauft, in ihren Rückständen ihm drei Ernten Roggen (Samen) oder eine volle Ernte Reps einbringt; er weiß, daß ein jeder Centner Reps ihm in den Repskuchen zwei Centner Weizenkorn werth ist, und in der Anlage seiner Brennerei oder Oelmühle bringt er diese Vortheile in diesem Zuwachs an den Bedingungen der Fruchtbarkeit seiner Felder in Rechnung.

Der Bauer, der ihm diese Kartoffeln oder den Reps verkauft, weiß,

daß der andere diesen Zuwachs für erheblich hält, er selbst hält ihn aber für seine Felder für unerheblich; es fällt ihm gar nicht ein dafür zu sorgen, daß er die Düngerbestandtheile mit Aufopferung eines Theils des empfangenen Silbers für sein Feld zurückhält. Der Repssamenverkäufer sollte, wenn er Landwirth ist, nur das Oel, der Kartoffelverkäufer den Industriellen nur das Stärkmehl verkaufen, denn nur in dieser Weise erhält sich der Kreislauf.

Der Landwirth veräußert aber nicht blos Korn, er veräußert Kartoffeln, Rüben (zur Zuckerfabrikation), Tabak, Hanf, Flachs, Krapp, Mohn, Reps und Wein.

Indem der korn- und fleischerzeugende Landwirth in seinen Producten nur Phosphorsäure, Alkalien und alkalische Erden ausführt, behält er die Bestandtheile des Strohes und der Futtergewächse auf seinen Feldern zurück, sie wandern in dem Wechsel seiner Gewächse von einem Feld zum andern; der tiefer wurzelnde Klee und die Rüben entziehen sie dem Untergrund, und durch den Mist häufen sie sich fortwährend in der Ackerkrume an. Die Ackerkrume, so wie sein Mist empfangen jährlich einen Zuwachs an löslicher Kieselsäure, an Alkalien und Salzen mit alkalischer Basis; ihr Gehalt an phosphorsauren Salzen nimmt stetig ab.

Man wird hieraus verstehen, warum die Düngung seiner Felder mit eben diesen Stoffen — mit löslicher Kieselsäure, mit Kali und Kalisalzen — auf den Feldern des korn- und fleischerzeugenden Landwirths nicht die allergeringste Wirkung hervorbringt, denn seine Felder enthalten in der Regel einen Ueberschuß davon, der ebenfalls wegen des Mangels an phosphorsauren Salzen keine Wirkung hat. Man wird ferner verstehen, warum der korn- und fleischerzeugende Landwirth auf die Zufuhr von phosphorsauren Salzen, von Guano und Menschenexcrementen einen Werth vorzugsweise, und auf die andern Pflanzennahrungsstoffe so gut wie keinen Werth legt.

Auf solchen Feldern kann die einfache Düngung mit Menschenexcrementen eine unendliche Reihe von Jahren hindurch hohe Kornernten liefern mit oder ohne Mitwirkung von Stalldünger, allein die fortgesetzte Anwendung von Guano erschöpft auch dieses Land. Die Menschenexcremente enthalten die im Korn und Fleisch entzogenen Bodenbestandtheile vollständig; in dem Guano fehlt es zum vollständigen Ersatz an einer gewissen Menge Kali. Darum nimmt auf kaliarmen (auf Kalk- und Sand-) Feldern nach einer gewissen Zeit seine Wirkung bemerklich ab, und man stellt sie alsdann durch kalireiche Holzasche wieder her.

Ein ganz anderes Verhältniß findet statt bei dem Kartoffel- und Rübenerzeuger, der seine Früchte an den Branntweinbrenner oder Zuckerfabrikanten veräußert.

In dem mittleren Ertrag von 3 Hectaren Feld veräußert der Kartoffelerzeuger die Samenbestandtheile von vier Weizenernten und noch außerdem über 600 Pfund Kali.

In den Erträgen von 3 Hectaren Feld veräußert der Rübenerzeuger

die Samenbestandtheile von vier Weizenernten und 10 Centner Kali. Eine einzige Zuckerfabrik, die zu Waghäusel, bringt jedes Jahr an 200,000 Pfund Kalisalze, welche aus den Melasserückständen gewonnen werden, in den Handel, die von den Feldern der badischen Rübenpflanzer stammen.

Es ist einleuchtend, daß in der Cultur der Kartoffeln und Rüben zwei Ursachen der Erschöpfung auf die Felder einwirken: es wird ihnen in diesen Früchten in jeder Ernte ein Drittel mehr phosphorsaure Salze entzogen als in der Cultur des Weizens, und außerdem eine enorme Quantität an Kali und Kalisalzen. Rüben- und Kartoffelfelder, welche reich an Kali sind, können hiernach durch die einfache Düngung mit Guano oder mit saurem phosphorsaurem Kalk in ihren Erträgen gesteigert werden; da aber der Guano und der Knochendünger das entzogene Kali *nicht* ersetzen, so tritt für diese Felder nach einer Reihe von Jahren eine um so größere Erschöpfung ein. Auf andern Rüben- und Kartoffelfeldern (alkaliarmen) besitzt der alkalireiche Stallmist eine den Guano übertreffende Wirkung.

Die Erzeuger von Handelsgewächsen sind in Bezug auf den Ersatz der durch diese den Feldern entzogenen Bedingungen ihrer Fruchtbarkeit in der ungünstigsten Lage. Der Tabakpflanzer führt in den Tabaksblättern eine enorme Quantität von Bodenbestandtheilen aus (im Kleeheu z. B. nicht über 10 Procent, in den Tabaksblättern 18 bis 24 Procent). Wenn er Futterfelder hat, die ihm den Dünger für seine Tabakspflanzen liefern, so ist er in die Lage eines Landwirths versetzt, der seinen Klee, seine Rüben ꝛc. verkauft, d. h. er kommt in wenigen Jahren an eine Grenze, wo seine Felder keinen Tabak mehr liefern, und er wendet sich, um den ihn nöthigen Ersatz zu erhalten, an seine korn- und fleischerzeugenden Nachbarn, und kauft diesen zu hohen Preisen *ihren Klee und ihre Rüben in ihrem Stalldünger* ab. Wenn dieser Nachbar auch in der Ueberschätzung seines Ueberflusses an Mist dem Tabakspflanzer davon abgiebt, so kommt er meistens bald von seinem Irrthum zurück, indem er wahrnimmt, daß seine Erträge abnehmen; er wird zunächst gewahr, daß man den Dünger nicht nach seinem Willen erzeugen kann, und daß der Rath: „er solle nur mehr Futter erzeugen, dann werde das Getreide von selbst kommen,“ ihm nichts nützt; er wird gewahr, daß sein Mist ihm das sechste oder siebente Korn für sieben, vielleicht für zehn Ernten und darin seinen ganzen Gewinn geliefert hat, den er in seinem Mist im Voraus, auf viele Jahre hinaus, zu einem Schleuderpreis verkauft hat — der Mist ist ihm nicht mehr feil.

Der Tabakspflanzer, welcher anfänglich den Dünger in der Nähe hatte, wendet sich nun an Fleisch- und Körnererzeuger, welche diese Erfahrung, die sein Nachbar machte, erst machen müssen, und so erweitert sich in jedem Jahre sein Raubgebiet, bis er dann zuletzt genöthigt ist, seinen Dünger in den Städten zu holen, und die Elemente, die dem Städtedünger fehlen, auf anderm Wege zu ergänzen.

Ganz dasselbe Verhältniß tritt in Ländern mit ausgedehntem Weinbau

ein. Die Weinberge haben in der Regel eine geneigte Lage und keine Ackerkrume; der Boden ist verhältnißmäßig unendlich ärmer an Pflanzennahrungsstoffen als die Felder, welche in Ebenen liegen. Der Weinberg erzeugt keinen Dünger; er empfängt bis zu einer gewissen Grenze den ihm noch fehlenden Zuschuß an Nahrung von den Korn- und Futterfeldern der umliegenden Orte, und die Besitzer derselben, wenn sie dazu Gelegenheit haben, rauben ihrerseits den nahen Wald aus.

Durch tiefe Rodungen sucht der Weinbauer seinen armen Boden dem tiefwurzelnden Rebstock aufzuschließen und zugänglich zu machen, und durch zeitweilige Anpflanzung von Luzerne und Klee, die dem Obergrund mangelnden Bestandtheile darin aufzuhäufen; er führt die verwitterten Trümmer von alkalireichen Gesteinen seinen Weinbergen als Dünger zu, so wie die Ackerkrume von Feldern, die er zu diesem Zweck erwirbt.

Der Weinbau übt hiernach auf die Korn- und Fleischerzeugung einen ähnlichen schädlichen Einfluß aus, wie der Anbau von Tabak und Handelsgewächsen überhaupt; der Erzeuger von Korn und Fleisch raubt nach dem üblichen System sein eigenes Feld, der Erzeuger von Wein und Handelsgewächsen raubt den Korn- und Fleischerzeuger aus, und die großen Städte verschlingen allmälig, bodenlosen Abgründen gleich, die Bedingungen der Fruchtbarkeit der größten Länder.

In dieser Weise erschöpften die Pfälzer und Bergsträßer Weinbauern und Tabakspflanzer die Felder des hessischen und badischen Odenwaldes, und vollendeten den Ruin des an sich armen und verschuldeten Bauers, der dem verlockenden Klange des Silbers, das er für seinen Mist empfing, nicht zu widerstehen vermochte.

In gleicher Weise verschlangen nach einer Reihe von Jahrhunderten die Cloaken der ungeheuren Weltstadt den Wohlstand des römischen Bauers, und als dessen Felder die Mittel zur Ernährung ihrer Bewohner nicht mehr zu liefern vermochten, so versank in diesen Cloaken der Reichthum Siciliens, Sardiniens und der fruchtbaren Küstenländer von Afrika.

Nur da erhielt sich die Fruchtbarkeit der Felder ungeschwächt seit Jahrhunderten, wo eine feldbautreibende Bevölkerung auf einer verhältnißmäßig kleinen Fläche zusammengedrängt wohnt, wo der Bürger und Handwerker der kleinen, auf derselben Fläche zerstreuten Städte sein eigenes Stückchen Feld mit seinen Gesellen bebaut.

Wenn auf einer Quadratmeile solchen Landes 2 bis 3000 Menschen wohnen, so ist ein Export von Korn und Fleisch nicht möglich, denn die erzeugten Feldfrüchte reichen nur hin, um diese Bevölkerung zu ernähren; ein Ueberschuß, welcher ausgeführt werden könnte, ist nicht oder nur selten vorhanden. Die Fruchtbarkeit eines solchen Landes erhält sich in dem regelmäßigen Kreislauf ihrer Bedingungen. Alle Bodenbestandtheile der verzehrten Producte kehren ohne Verlust auf die Felder zurück, auf denen sie erzeugt worden sind. Nichts davon geht verloren, denn Jeder weiß was er daran verliert, Jeder ist besorgt zu erhalten und zu sammeln.

Denkt man sich dasselbe Land in den Händen von zehn großen Grundbesitzern, so tritt der Raub an die Stelle des Ersatzes. Der kleine Grundeigenthümer ersetzt dem Felde nahezu vollständig, was er demselben nimmt, der große führt Korn und Fleisch den großen Mittelpunkten des Verbrauchs zu, und verliert darum die Bedingungen ihrer Wiedererzeugung. Nach einer Reihe von Jahren ist dieses Land eine Einöde wie die römische Campagna.

Dies ist der naturgesetzliche Grund der Verarmung der Länder durch die Cultur; es giebt keinen andern; nur die Lehrer unserer modernen Landwirthschaft kennen diesen Grund nicht, und sind mit allen ihren Kräften bemüht, den Ruin des deutschen Feldbaues zu beschleunigen und unwiederherstellbar zu machen. Die fruchtbaren Felder sind, so lehren sie ja, unerschöpflich an den Bedingungen ihrer Fruchtbarkeit, nur an der Peitsche fehlt es, um sie in Bewegung zu setzen. In dem Guano sandte ihnen ein gütiges Geschick einen Rettungsanker in ihrer Noth, die sie durch ihre Lehre selbst verschuldet, und in ihrer unglückseligen Hand wird diese Hülfe zu einem Mittel, um in dem Verlauf der Zeit der Verarmung noch vollständiger zu machen. Aber auch diese Hülfe wird versiegen, und was dann?

So weit sind wird noch nicht, meinen Alle, welche bis jetzt noch reiche Felder und gesegnete Ernten gehabt haben, und so weit sind wir noch nicht, sagte jener Räuber, der sich bessern sollte, bis ihm der Strick um den Hals gelegt war. So weit wird es denn auch kommen müssen! Landwirthschaftliche Erfahrung mag es sein, aber Wissenschaft ist es nicht.

## Achtundvierzigster Brief.

Die Geschichte der Menschheit — sagte Thaer — sei auch die des Ackerbaues; es giebt keinen Ausspruch welcher irriger ist. Alle unsere mit den Naturwissenschaften in Verbindung stehenden Gewerbe haben eine Geschichte, nur der moderne Ackerbau nicht, denn er ist von heute, höchstens von gestern; was vor einer Woche geschah, kennt er nicht und wenn er es kennt, so macht es den Landwirth nicht weiser.

Millionen Thatsachen können sich nicht vererben, aber die wissenschaftlichen Grundsätze, welche Ausdrücke für diese Thatsachen sind, vererben sich, weil sie ihrer Natur nach unveränderlich sind.

Die Landwirthschaft ist das an Thatsachen reichste und am Verständniß derselben ärmste unter allen Gewerben; die Thatsachen sind Sandkörner welche der Wind verweht, in dem Grundsatz sind die Sandkörner zum Felsen zusammengefügt. Die Thatsache sagt an sich nur, daß sie da ist, in der Erfahrung soll sie sagen warum sie da ist.

Die Wissenschaft ist ihrer Natur nach erhaltend, nicht zerstörend; die in der Praxis erkannten Wahrheiten werden von der Wissenschaft nicht verworfen, sondern von ihr aufgenommen; sie werden von ihr niemals widersprochen, sondern auf den richtigen Ausdruck gebracht und weiter ausgedehnt, und so kann die Wissenschaft in der Praxis keine Umwälzung hervorbringen, sondern sie ist der Weg zu einer Aufeinanderfolge von Fortentwickelungen, von denen immer die eine die andere in sich aufnimmt.

Der moderne Ackerbau hat Methoden und Betriebsysteme, aber keine Grundsätze, ihm fehlt das „Wissen“; nach so vielen tausend Jahren weiß auch der beste, erfahrenste unter den Landwirthen nicht, welcher Mist der beste sei; unter welchen Umständen der frische oder der alte Mist!

Mit der Entwicklungsgeschichte des Menschen steht bis jetzt der moderne Ackerbau außer aller Verbindung; wenn sie der Spiegel seiner Irrthümer und Fehler ist, so ist sie auch der seines Fortschritts. Der moderne Ackerbau weiß nichts von Fehlern, und darum weiß er nichts vom Fortschritt.

Wenn die Entwicklung des Menschengeschlechts in der Geschichte für die Landwirthschaft existirte, oder wenn die Lehrer derselben sich daran

unterrichten wollten, so würde der Landwirth wissen, daß bereits vor zweitausend Jahren die erleuchtetsten und ausgezeichnetsten Männer Roms den damaligen Feldbau von allen den Schwierigkeiten bedrängt sahen, welche ihn heute bedrohen, und daß das nämliche System des intensiven Feldbaues, das unsere modernen Lehrer für das beste halten und empfehlen, schon damals, und ohne die Uebel zu heilen, versucht worden ist.

Die folgenden Notizen, die ich aus Columella, Cato, Virgil, Varro und Plinius entnehme, dürften geeignet sein dem Landwirth über seinen praktischen Standpunkt die Augen zu öffnen, und wie Alles was sein moderner Lehrer ihn lehrt, lauter Dinge sind, die man vor zweitausend Jahren schon eben so gut, oft weit besser wußte. Wenn man die zwölf Bücher von Columella liest, und mit unsern Handbüchern der praktischen Landwirthschaft vergleicht, so hat man das Gefühl, wie wenn man aus einer dürren Einöde in einen schönen Garten tritt, so frisch und anmuthig ist Alles.

In seiner Vorrede an Publius Silvinius sagt Columella: „Die Großen des Staates pflegen bald über die Unfruchtbarkeit der Aecker, bald über die unbeständige Witterung zu klagen, welche nun schon seit geraumer Zeit den Früchten nachtheilig gewesen ist; Andere meinen der Boden sei durch die allzu große Fruchtbarkeit der vorigen Zeiten erschöpft und kraftlos geworden. Aber, fährt er fort, kein Vernünftiger werde sich überreden lassen, die Erde sei, wie wir Menschen, veraltet; die Unfruchtbarkeit rühre vielmehr von unserem eigenen Verfahren her, weil wir den Ackerbau der unvernünftigen Willkür ungeschickter Knechte überlassen.

Eine andere Kenntniß habe der Ackersmann, eine andere der Hirte nöthig. Der erste müsse wissen, wie er das Feld durch Früchte am besten nützt; der andere müsse verstehen, wie er die Viehzucht einträglich macht. Weil nun beides mit einander in enger Verbindung stehe, indem es meistens viel nützlicher sei, wenn man das Futter, welches das Feld trage, auf dem Gute verfüttere, als wenn man es verkaufe, und das Düngen zur Fruchtbarkeit des Feldes das Meiste beiträgt, wie man denn das Vieh hauptsächlich des Düngers wegen halte, so müsse ein Jeder, der ein Hofgut hat, nicht allein Wissenschaft besitzen vom Ackerbau, sondern auch von der Viehweide und der Art wie man mit der Stallfütterung verfährt." (Columella.)

„Worin besteht der gute Ackerbau? Zum ersten im guten Pflegen, zum zweiten im guten Pflügen, zum dritten im Düngen." (Cato.)

„Die Farbe ist kein sicheres Zeichen der Güte des Erdreichs. Denn so wie das stärkste Vieh verschiedene fast unzählbare Farben hat, so hat auch das beste Land vielerlei und unterschiedene Farben." (Columella.)

Es giebt vielerlei Boden, Kalk-, Sand-, Thonboden ꝛc. Der eine ist feucht, der andere trocken oder mittelmäßig, fett oder mager, locker oder dicht; durch ihre Mischungen entstehen unendliche Verschiedenheiten; das bindige Thonfeld verbessere man mit Sand und Mergel, den Sandboden mit Thon." (Plinius Pallad. Col.)

„Die überflüssige Nässe muß durch Gräben abgeleitet werden, entweder durch offene oder bedeckte; in zähem und kreidigem (?) Land sind offene Gräben vorzuziehen. Offene Gräben müssen oben weiter sein; sind sie rechtwinkelig, so wäscht sie das Wasser aus und die nachschießende Erde füllt den Graben; den bedeckten Graben sticht man drei Fuß tief aus, und füllt die Hälfte mit kleinen Steinen oder grobem Sand aus, wirft die ausgegrabene Erde drüber und ebnet sie; hat man weder Steine noch Sand, so wirft man zusammengebundenes Gesträuch hinein, so viel sich in dem engen Graben zusammen pressen läßt und bedeckt alles mit Erde. An die Oeffnungen des Grabens setzt man wie bei kleinen Brücken zwei Steine, die als Pfeiler einen dritten tragen; dies hält den Graben offen." (Col.) „Der fruchtbare Acker muß vor Allem locker sein, denn dieses suchen wir durch das Pflügen zuwege zu bringen." (Virgil.) „Das Land pflügen heißt nichts anderes als es locker und los machen, wodurch der Acker am tragbarsten wird." (Cato.) „Die alten Römer glaubten, der Acker sei nicht gut gepflügt, den man eggen müsse." (Col.) „Schweres Feld stürze man im Herbste und pflüge es dreimal. Man ziehe so viele und dichte Furchen, daß man kaum sehen kann, von welcher Seite man gepflügt hat, denn dadurch werden alle Wurzeln des Unkrauts ausgerottet; das Brachland muß so oft gepflügt werden, daß es fast in Staub zerfällt. Der Herr des Ackers untersuche oft, ob gepflügt wird wie sich's gehört, er stoße eine Stange quer durch die Furchen (die Römer legten die Felder wellenförmig in breite Balken, wie man sie jetzt noch in der Umgegend Nürnbergs sieht, nur waren die römischen viel breiter); geht diese ohne Widerstand durch, so ist sicher, daß das Erdreich wohl aufgepflügt ist. Die Schollen sollen mit Sorgfalt zerschlagen werden. Man pflüge, wenn das Feld weder zu trocken, noch zu naß ist; ist der Boden zu hart, so dringt der Pflug nicht durch, oder er reißt große Schollen aus; in der Tiefe ist auch das beste Erdreich unfruchtbar, dieses wird mit den großen Schollen gehoben, und die Ackerkrume dadurch verschlechtert. Für ein jedes Feld wähle man, je nach seiner Lage und Beschaffenheit, die geeignetsten Pflanzen (Cato)", „denn nicht Alles kommt in allen Arten von Boden gleich gut fort." (Varro.) „Es giebt Pflanzen, welche trockenes Land verlangen, für andere ist das feuchte dienlich." (Col.) „Für Grasland ist das natürlich feuchte das beste." (Cato.) „Das Heu, welches auf einem von Natur feuchten Orte wächst, ist besser als das durch Bewässerung erzwungene. Ein Wiesenplatz in der Ebene muß einen kleinen Fall haben, so daß der Regen und sonstiges Gewässer nicht darauf stehen bleibt, sondern langsam wegrieselt." (Col.) „Der zur Saat bestimmte Samen soll mit der Hand ausgelesen werden; Hülsenfrüchte läßt man vorher in Salpeterwasser aufquellen."

Selbst die gewähltere Saat, mit Arbeit lange gemustert,
Sah ich dennoch entarten, wenn menschliche Mühe nicht jährlich
Größeres nur mit der Hand auslas; so stürzt durch das Schicksa
Alles zum Schlimmeren fort, und rückwärts gleitend versinkt es.l

(Virgil, Georgica, übersetzt von Voß.)

„Sorge dafür, daß das Getreide zweimal mit der Hacke gejätet, und (mit den Händen) gewietet werde.“ (Cato.)

„Auf großen Gütern läßt man zur Ersparung des Düngers den Acker abwechselnd brach liegen.“ (Plinius.) „Verbietet dies der Raum, so wechselt man mit Futtergewächsen und Getreide, und ersetzt die Kräfte durch Dünger.“ (Cato. Columella.) „Einige besäen den Acker zwei Jahre lang nach einander mit Halmgewächsen, allein dies wird den Pächtern von den Eigenthümern verboten.“ (Festus.) „Der Acker muß Jahr um Jahr rasten, oder mit leichterer Saat besäet werden, die das Land weniger aussaugt.“ (Varro.)

„Von den Hülsenfrüchten richte man zuerst sein Augenmerk auf Lupinen, weil sie am wenigsten Arbeit erfordern, am wohlfeilsten und unter allem Gesäme am vortheilhaftesten für das Land sind; für ausgemergelte Felder geben sie den besten Dünger und wachsen auf unfruchtbarem Felde.

„Von obigem Gesäme dünget nach Saserna einiges den Acker und macht ihn fruchtbar, da andere Arten ihn auszehren und mager machen. Lupinen, Bohnen, Erbsen, Linsen, Wicken sollen das Land düngen. Von den Lupinen und Wicken glaube ich es, nur müssen sie grün abgemäht, und ehe sie dürr sind untergepflügt werden.“ (Col.) „Lein, Mohn und Hafer entkräften den Acker.“ (Virgil.)

„Das einzige kräftige Mittel für jedes Erdreich, das von diesen Samenarten gelitten hat, ist die Düngung, wodurch die verlorenen Kräfte der Erde wieder hergestellt werden.“ (Col.) „Es giebt drei Arten von Mist; der beste ist der von Vögeln, darauf folgt der von Menschen, den dritten Rang hat der von Vieh. Auch unter letzterem ist ein Unterschied. Der Eselsmist ist der beste, darauf folgt der Schafmist, Ziegenmist und endlich der von Pferden und Rindvieh; der Schweinemist ist der schlechteste. Hat das Landgut lauter Kornländereien, so ist es nicht nöthig, jede Art von Mist besonders zu legen; ist aber Baumzucht, Ackerland, Wiesenwuchs vorhanden, so schüttet man jede Art von Dünger besonders auf.“ (Col.) „Taubenmist (Guano) soll man auf die Wiesen, in die Gärten oder auf die Saat streuen.“ (Cato, Varro, Casius.) „Für Wiesen schickt sich der Pferdemist fast am besten, wie überhaupt der Mist aller Lastthiere, die mit Gerste gefüttert werden, denn diese treibt sehr stark Gras.“ (Varro.)

„Man führt auch Asche mit Vortheil auf den Acker, und jenseit des Po, sagt Plinius, gefällt der Gebrauch der Asche so sehr, daß man sie dem Mist der Zugthiere vorzieht.“

„Sollte gar keine Art von Dünger vorräthig sein, so kann man mit Vortheil dem Beispiel meines Vatersbruders M. Columella folgen; er düngte die Weinstöcke nicht mit Mist, weil er den Geschmack des Weines verderbe, sondern erwartete eine reichere Weinlese von der Beschüttung mit künstlicher oder aus den Wäldern geholter Erde. Bei Mangel an allem Dünger glaube ich, daß sich der Landwirth am leichtesten durch die Lupine wird helfen können; werden diese Mitte

Septembers in magerem Lande gesäet und eingepflügt, so vertreten sie die Stelle des besten Düngers." (Col.)

„Ein Landwirth muß wissen, daß zwar ein Acker ohne alle Düngung von Kräften kommt, daß aber allzu starke Düngung ihm schade. Man dünge darum lieber oft als unmäßig." (Col.)

„Eine Erinnerung füge ich noch bei: wenn der Mist ein Jahr gelegen hat, so ist er für's Feld am besten, im Sommer soll er umgearbeitet und stets feucht erhalten werden, damit die Unkrautsamen verfaulen und nicht wieder auf das Land gebracht werden." (Col.)

„Die besten Futtergewächse sind Luzerne, Bockshorn, Wicken und Gerstengemengsel. Unter den Futterkräutern zeichnet sich die Luzerne aus, denn einmal gesäet dauert sie zehn Jahre, macht das magere Vieh fett und ist eine Arznei für das kranke. Man muß im Anfang sie jäten, denn sonst erstickt das Unkraut die zarte Luzerne." (Col.)

„Man säet nicht alles der Frucht wegen, die man im gegenwärtigen Jahre genießen will, sondern für's folgende, weil manche Pflanzen, die abgeschnitten und dem Lande gelassen werden, den Boden bessern. So wird die Lupine in einem mageren Acker anstatt Dungs untergepflügt." (Varro.)

„Das Heu schneide zur rechten Zeit, und hüte dich, daß es nicht zu spät geschehe; ehe der Same reift, mußt du es schneiden und das beste Heu besonders legen." (Cato.) „Den moosigen Wiesen hilft man durch eine neue Besamung oder Düngung, doch ist beides nicht so vortheilhaft, als oft Asche darauf zu streuen, welche das Moos vertilgt." (Col.)

Alle diese Vorschriften hatten, wie die Geschichte uns lehrt, nur einen vorübergehenden Erfolg; sie beschleunigten den Verfall des römischen Ackerbaues; dem kleinen Bauer gingen zuletzt die Mittel aus, seine Felder fruchtbar zu erhalten und lohnende Erträge zu gewinnen; schon zu Columella's Zeit erntete man nicht mehr als den vierfachen Ertrag der Aussaat; die Felder fielen in die Hände der großen Grundbesitzer, und nachdem die Sklavenwirthschaft es noch eine Zeit lang ausführbar gemacht hatte „mit dem geringsten Aufwand an Dünger die höchsten Erträge" zu erzielen, da reichten zuletzt auch diese nicht mehr hin, die Steuerlast zu tragen, und wie uns die Geschichte der drei ersten Jahrhunderte unserer Zeitrechnung erzählt, der grauenvollste und entsetzlichste Zustand, in welchen Völker verfallen können, trat ein. Viele andere Ursachen wirkten natürlich zusammen, aber die Erschöpfung der fruchtbaren Felder durch den Raubbau war eine davon.

# Neunundvierzigster Brief.

Ich will den Lehrern der Landwirthschaft ein anderes Volk zeigen, welches ohne alle Wissenschaft, von der dieses Volk nichts weiß, den Stein der Weisen gefunden hat, den sie in ihrer Blindheit vergeblich suchen — ein Land, dessen Fruchtbarkeit seit dreitausend Jahren, anstatt abzunehmen, fortwährend gestiegen ist, und in welchem auf einer Quadratmeile mehr Menschen als in Holland oder England leben.

In China (nach allen Berichten älterer und neuester Zeit von Davis, Hedde, Fortune und andern, so wie nach einer Untersuchung, welche der verstorbene Sir Robert Peel auf meinen Wunsch und für meine Zwecke über den chinesischen Ackerbau an Ort und Stelle anstellen ließ), weiß man nichts von einer Wiesencultur oder von Futtergewächsen, die wegen des Stallviehes gebaut werden; man weiß nichts von Stallmist, von Hofdünger; ein jedes Feld trägt jährlich zweimal Früchte, und liegt niemals brach.

Der Weizen liefert häufig das 120ste Korn und darüber. (Eckeberg.) Als mittleren Ertrag rechnet man das fünfzehnfache Korn. (Davis.) Alle die Mittel, welche der deutsche Lehrer der Landwirthschaft als ganz unentbehrlich für die Steigerung der Erträge der Felder ansieht und seine Schüler anzuwenden lehrt, sind dem chinesischen Landwirth nicht nur vollkommen entbehrlich, sondern er bringt auch ohne ihre Wirkung Erträge hervor, welche die des intensiven deutschen Landwirths um das doppelte übertreffen.

Es ist ganz richtig, in China bestehen andere Verhältnisse als bei uns, die Chinesen sind zum Theil Buddhisten und essen kein Rindfleisch, wir essen mehr Fleisch, und müssen deswegen auch Futter für die Fleischerzeugung bauen; allein darum handelt es sich nicht, sondern um Grundsätze, welche die Praxis leiten sollen. Unsere Lehrer der modernen Landwirthschaft lehren nicht Futter zu bauen, um Fleisch zu erzeugen, sondern sie lehren, daß man Futter bauen müsse, um Mist zu erzeugen, und in diesem Sinne zeigen sie, daß sie das Wesen des Feldbaues nicht richtig auffassen, und von einem wissenschaftlichen Grundsatz nichts wissen.

In der Feststellung eines wissenschaftlichen Grundsatzes handelt es sich zunächst nicht darum, ob seine Anwendung vortheilhaft sei,

sondern ob er wahr sei; denn wenn er wahr ist, so muß er Nutzen bringen.

In der wissenschaftlichen Landwirthschaft existirt kein „Mist" mehr, denn die Begriffe, die sich an dieses Wort knüpften, sind verbraucht, so wie das Wort Phlogiston verbraucht ist, mit welchem man bis zu Ende des vorigen Jahrhunderts die chemischen Erscheinungen erklärte.

So lange man nicht wußte, was das Phlogiston war, diente dieses Wort als Sammelwort, um eine Anzahl unbekannter wirkender Ursachen zusammen zu binden und in der Lehre sich verständlich zu machen; nachdem man aber erfahren hatte, was das „Phlogiston" eigentlich war und vorstellte, so traten an seine Stelle die richtigen Begriffe, und die Erklärungen wurden jetzt wahr, sicher und zuverlässig, was sie vorher nicht waren. Das Holz brennt deshalb nicht anders wie vorher, und die Luft war früher dabei wie jetzt, auch das Wasser macht noch naß wie sonst, aber welch' einen unermeßlichen Fortschritt hat das Menschengeschlecht dadurch gemacht, daß an die Stelle des Phlogiston richtige Vorstellungen von der Luft, dem Sauerstoff und dem Verbrennungsproceß getreten sind!

Ein gleicher, aber weit größerer und unendlich segensreicherer Fortschritt wird sich aus der richtigen Erkenntniß des Ernährungsprocesses der Pflanzen und Thiere entwickeln, und so abgeschmackt es sein würde, wenn ein Lehrer der Chemie irgend einen chemischen Vorgang aus dem Phlogiston erklären wollte, eben so unzulässig ist es, wenn ein Lehrer der wissenschaftlichen Landwirthschaft einen gegebenen Fall mit dem Begriff von „Mist" erklären will, denn an die Stelle des veralteten Begriffs von Mist, der jetzt keinen Sinn mehr hat, sind für jede Pflanze ganz bestimmte Nahrungsmittel getreten, aus deren Zusammenwirkung die Erscheinung oder der Fall erklärt werden muß.

Die Lehre von der Nothwendigkeit der Misterzeugung durch Futtergewächse und damit der Aufrechthaltung eines Viehstandes für den Feldbau ist eine Irrlehre.

Man muß hierin Nothwendigkeit und Nützlichkeit zu trennen wissen. Der Viehstand kann dem Landwirth nützlich sein und ihm in Butter, Käse, Fleisch eine Rente gewähren; dies ist eine andere Sache, allein er muß wissen und es muß ihm gelehrt werden, daß der Viehstand kein Zwang sein darf.

Für die Misterzeugung ist der Viehstand nothwendig; allein die Misterzeugung ist für die Fruchtbarmachung der Kornfelder nicht nothwendig. In dem System der Wechselwirthschaft ist der Anbau von Futtergewächsen und die Einverleibung ihrer Bestandtheile in die Ackerkrume der Kornfelder allein nothwendig, und es ist für die Halmgewächse vollkommen zwecklos und gleichgültig, ob die Futtergewächse vorher vom Vieh gefressen und in Mist verwandelt werden.

Wenn die Lupinen, Wicken, der Klee, die Rüben ꝛc. zerschnitten und grün untergepflügt werden, so ist ihre Wirkung weit größer.

Die Kornerzeugung steht in keinem naturgesetzlichen Zusammenhang mit der Fleisch- und Käseerzeugung, sie schaden sich vielmehr gegenseitig und müssen wissenschaftlich auseinander gehalten werden; denn was man im Fleisch verkauft, geht dem Korn ab, und umgekehrt. Wir können weder Fleisch, noch Milch, noch Käse entbehren, und wenn dies der Viehzüchter producirt, der sich wo möglich gar nicht mit dem Kornbau beschäftigt, so werden beide sowohl wie die Verzehrer Vortheil davon haben. In England findet diese Trennung allmälig statt, und wenn die deutschen Landwirthe das Einmaleins, nach und nach wie man hoffen muß, gelernt haben werden, so ist zu erwarten, daß man auch bei uns dazu kommen wird. So legt man eine chemische Fabrik nicht überall an, sondern nur da, wo die Localitäten gewisse natürliche Vortheile bieten, und die Landwirthschaft ist zuletzt eine Industrie wie eine andere.

In China weiß man von der Grundlage der deutschen Landwirthschaft nichts: außer der Gründüngung kennt und schätzt man keinen andern Mist als die Ausleerungen der Menschen; was der chinesische Landwirth sonst noch zur Erhöhung seiner Erträge anwendet, ist in Quantität und Wirkung verschwindend gegen die Wirkung der Menschenexcremente.

Es ist ganz unmöglich sich bei uns eine Vorstellung von all' der Sorgfalt zu machen, welche der Chinese anwendet, um den Menschenkoth zu sammeln; ihm (so berichteten Davis, Fortune, Hedde u. a.) ist er der Nahrungssaft der Erde, und verdankt dieselbe ihre Thätigkeit und Fruchtbarkeit hauptsächlich diesem energischen Agens.

Der Chinese, dessen Haus noch immer, was es ursprünglich gewesen sein mag, ein Zelt ist, nur von Stein und Holz, weiß nichts von Latrinen wie sie bei uns sind, sondern er hat in dem ansehnlichsten und bequemsten Theil seiner Wohnung irdene Kufen oder auf das allersorgfältigste ausgemauerte Cisternen, und der Begriff der Nützlichkeit beherrscht so völlig seinen Geruchsinn, daß, wie Fortune (The Tea districts of China and India. Vol. I., p. 221) erzählt: „dasjenige was in jeder civilisirten Stadt Europa's als ein unerträglicher Mißstand (nuisance) angesehen ist, dort von allen Classen, reich und arm, mit dem äußersten Wohlbehagen (complacency) betrachtet wird, und ich bin gewiß," fährt er fort, „daß nichts einen Chinesen mehr in Erstaunen setzen würde, als wenn irgend einer sich über den Gestank beklagte, der sich von diesen Behältern verbreitet." Sie desinficiren diesen Dünger nicht, aber sie wissen vollkommen, daß derselbe durch den Einfluß der Luft an treibender Kraft einbüßt, und suchen ihn sorgfältig vor Verdunstung zu schützen.

Nach dem Handel mit Getreide und Nahrungsmitteln ist kein Handel so ausgedehnt wie der mit diesem Dünger. In langen, plumpen Fahrzeugen, welche die Straßencanäle durchkreuzen, werden diese Stoffe täglich abgeholt und in dem Lande verbreitet. Ein jeder Kuli, welcher des Morgens seine Producte auf den Markt gebracht hat, bringt am Abend zwei Kübel voll von diesem Dünger an einer Bambusstange heim.

Die Schätzung dieses Düngers geht so weit, daß Jedermann weiß, was ein Tag, ein Monat, ein Jahr von einem Menschen abwirft, und der Chinese betrachtet es als mehr denn eine Unhöflichkeit, wenn der Gastfreund sein Haus verläßt und ihm einen Vortheil verträgt, auf den er durch seine Bewirthung einen gerechten Anspruch zu haben glaubt. Von fünf Personen schätzt man den Werth der Ausleerungen auf zwei Teu für den Tag, was auf's Jahr 2000 Cash beträgt, ungefähr 20 Hectoliter zu einem Preis von sieben Gulden.

In der Nähe großer Städte werden diese Excremente in Poudrette verwandelt, die in der Form von viereckigen Kuchen, den Backsteinen ähnlich, in die weitesten Entfernungen hin versendet werden; sie werden in Wasser eingeweicht, und in flüssiger Form verbraucht. Der Chinese düngt, den Reis ausgenommen, nicht das Feld, sondern die Pflanze.

Eine jede Substanz, die von Pflanzen und Thieren stammt, wird von dem Chinesen sorgfältig gesammelt und in Dünger verwandelt; die Oelkuchen, Horn und Knochen sind hoch geschätzt, eben so Ruß und besonders Asche; es reicht hin zu erwähnen, um den Begriff von dem Werth thierischer Abfälle vollständig zu machen, daß die Barbiere die Abfälle der Bärte und Köpfe, welche bei Hunderten von Millionen Köpfen, die täglich rasirt werden, schon etwas ausmachen, sorgfältig zusammenhalten und Handel damit treiben; der Chinese ist mit der Wirkung des Gypses und Kalks vertraut, und es kommt häufig vor, daß sie den Bewurf der Küchen erneuern, blos um den alten als Dünger zu benutzen. (Davis.)

Kein chinesischer Landwirth säet einen Getreidesamen, bevor er in flüssiger mit Wasser verdünnter Jauche eingequellt worden ist und angefangen hat zu keimen, und es hat ihn (so behauptet er) die Erfahrung belehrt, daß nicht nur die Entwickelung der Pflanzen dadurch befördert, sondern auch die Saat vor den im Boden verborgenen Insecten geschützt werde. (Davis.)

Während der Sommermonate werden alle Arten von vegetabilischen Abfällen mit Rasen, Stroh, Gras, Torf, Unkraut mit Erde gemischt, in Haufen gesetzt und, wenn diese trocken sind, angezündet, so daß sie in mehreren Tagen langsam verbrennen und das Ganze in eine schwarze Erde verwandelt ist. Dieser Dünger wird nur zur Samendüngung verwendet. Wenn die Säezeit da ist, macht ein Mann die Löcher, ein anderer folgt und legt den Samen ein, ein dritter fügt die schwarze Erde hinzu — die junge Saat, in dieser Weise gepflanzt, entwickelt sich mit einer solchen Kraft, daß sie dadurch befähigt ist, ihre Wurzeln durch den strengen dichten Boden zu treiben, und die Bestandtheile desselben sich anzueignen. (Fortune.)

„Den Weizen säet der chinesische Landmann, nachdem die Samen in Mistjauche eingeweicht gewesen sind, in Samenbeete ganz dicht, und versetzt die Pflanzen; bisweilen werden auch die eingeweichten Körner sofort in den zubereiteten Acker dergestalt gesteckt, daß sie vier Zoll von einander kommen. Die Verpflanzungszeit ist gegen December; im März treibt die Saat sieben bis neun Halme mit Aehren, aber kürzeres Stroh

als bei uns. Man hat mir gesagt, daß der Weizen das 120ste Korn und darüber gebe, was die aufgewendete Mühe und Arbeit reichlich lohnt." (Eckeberg, Bericht an die Akademie der Wissenschaften in Stockholm, 1765.)*)

Auf Tschusan und über die ganze Reisgegend von Tschekiang und Kiangsu werden zwei Pflanzen ausschließlich zur Gründüngung für den Reis cultivirt, die eine ist eine Species von Coronilla, die andere ist Klee. Breite Balkenfurchen, ähnlich denen zur Sellerieecultur, werden aufgeworfen, und der Samen auf die Höhefurchen fleckchenweise, fünf Zoll von einander, eingestreut; in wenig Tagen beginnt die Keimung, und lange ehe der Winter vorüber, ist das ganze Feld bedeckt mit üppiger Vegetation; im April werden die Pflanzen in den Boden eingebracht; es beginnt sehr rasch die Zersetzung derselben, begleitet von einem sehr unangenehmen Geruch. Diese Methode ist überall im Gebrauch, wo Reis gebaut wird. (Fortune, Vol. 1, p. 238.)

Diese Mittheilungen, welche der Raum verbietet weiter auszudehnen, dürften genügen, um dem deutschen Landwirth die Ueberzeugung beizubringen, daß seine Praxis gegen die des ältesten ackerbautreibenden Volkes in der Welt sich verhält wie die eines Kindes zu der eines gereiften und erfahrenen Mannes; es ist der Feldbau der Chinesen um so merkwürdiger, und wenn man in's Auge faßt, was sie auch in andern mechanischen und chemischen Gewerben haben, beinahe um so unbegreiflicher, da sie Alles der reinsten Empirie verdanken; denn die chinesische Unterrichtsmethode schließt alle und jede Frage nach einem Grund oder einem letzten Grund, was sie zu wissenschaftlichen Grundsätzen und zu einer Wissenschaft hätte führen können, so vollständig seit Jahrtausenden aus, daß in dem Volk die Fähigkeit eines weiteren Fortschritts, außer durch Nachahmung, bis auf die Wurzel zerstört zu sein scheint. Die Ermittelung oder das Verhältniß von Naturgesetzen, welche den Europäer zu den Dampfmaschinen, den elektrischen Telegraphen und der Beherrschung der Naturkräfte in zahllosen andern Dingen geleitet hat, ist

---

*) In dem „Dresdener Journal" vom 16. September 1856 findet sich folgende Notiz: „Wie uns aus Eibenstock mitgetheilt wird, hat der dortige Forstinspector Thiersch bereits seit mehreren Jahren sehr gelungene Versuche mit dem Verpflanzen von Winterkorn in der Herbstzeit gemacht. Derselbe versetzte nämlich in der Mitte des Monats October die dazu bestimmten Pflänzchen, 1 Metze Aussaat auf 100 Quadratruthen Fläche, was ein ungewöhnlich ergiebiges Resultat lieferte. Es kamen Stöcke vor, die bis zu 51 Halme mit Aehren enthielten, wovon letztere wieder bis zu 100 Körner zählten."

Ich habe Herrn F. J. Thiersch um nähere Erläuterung seiner Versuche gebeten, und nach seiner Mittheilung über Kosten und Ertrag scheint es keinem Zweifel zu unterliegen, daß auf reichen Feldern und in Gegenden, wo es an Händen nicht fehlt, das chinesische Culturverfahren auch bei uns Vortheile verspricht. Einer meiner Freunde, welcher das Versuchsfeld sah, theilte mir mit, daß er an einer zufällig ausgerissenen (nicht ausgewählten) Pflanze 21 Halme mit vollen Aehren gezählt habe. Für arme Felder paßt diese Cultur durchaus nicht.

für den chinesischen Gelehrten vollkommen unmöglich; es ist das Gebot ihres ersten und ältesten Religionslehrers, Confutse, daß der Student keinen andern Gedanken in sich aufkommen lassen und denken dürfte, als der in seinen Büchern steht.

Es ist wahr, daß das, was für ein Volk gut ist, nicht für alle Länder und alle Völker paßt; aber eine Wahrheit, mächtig und unbesiegbar, geht aus der Kenntniß des chinesischen Ackerbaues hervor, und dies ist: daß die Felder des chinesischen Landwirths ihre Fruchtbarkeit bewahrt und erhalten haben, ungeschwächt und in dauernder Jugend seit Abraham und seit der Zeit, wo die erste Pyramide in Aegypten (in denen man chinesische Porcellangefäße von derselben Form und Schrift findet, wie sie heute noch verfertigt werden) gebaut worden ist, und zwar einzig und allein durch den Ersatz der Bedingungen der Fruchtbarkeit, die man den Feldern in ihren Producten entzogen hat, oder, was das nämliche ist, mit Hülfe eines Düngers, von dem der größte Theil dem europäischen Feldbau verloren ist.

# Funfzigster Brief.

Der europäische Landwirth hat seit Jahrhunderten nur ausgeführt und nichts ersetzt, und seine Felder haben an Fruchtbarkeit stetig abgenommen.

Der chinesische Landwirth hat seit Jahrtausenden die ausgeführten Bodenbestandtheile seinen Feldern wieder ersetzt, und ihre Fruchtbarkeit hat mit dem Steigen der Bevölkerung stetig zugenommen.

Das Gesetz des Ersatzes, oder daß die Erscheinungen dann nur wiederkehren oder dauern, wenn die Bedingungen wiederkehren oder sich gleich bleiben, ist das allgemeinste unter allen Naturgesetzen; es beherrscht alle Naturerscheinungen in ihrem Wechsel, alle organischen Vorgänge, alles was der Mensch schafft und erzeugt in seinem Gewerbe oder seiner Industrie, und man kann daran, daß der Landwirth allein dieses Gesetz nicht kennt, ja daß seine Lehrer es bestreiten, den Zustand der Schulen erkennen, in welchen die Söhne unserer Landwirthe unterrichtet werden.

Was die Chemie lehrt von der Luft, dem Wasser, von dem Verbrennungsproceß, der Ackerkrume, der Asche der Gewächse, von dem Mist und deren Bestandtheilen, dies ist so leicht zu verstehen, daß ein jeder unterrichtete Lehrer im Stand ist, einem jeden Bauernjungen eine genaue Bekanntschaft mit diesen Dingen in einem Dutzend Lehrstunden mit den einfachsten Unterrichtsmitteln beizubringen, namentlich wenn der Lehrer eine ganz bestimmte Grenze in seinem Vortrag strenge einhält. Die Vorträge, welche in der Royal Institution in London über diese Gegenstände von Faraday zuweilen für Kinder gehalten werden, beweisen, daß man dies kann.

In Bayern ist unter König Max und auf seinen Befehl ein Anfang dazu gemacht, und es sind vor fünf Jahren alle Lehrer der Schullehrerseminarien für diesen Zweck in München besonders unterrichtet und eingeübt worden.

Wenn durch die Schullehrer auf dem Lande diese Elementarkenntnisse unter den Bauern verbreitet werden, so ist für die Zukunft Alles gewonnen und der Staat hat das Beste damit gethan, was er überhaupt für die Landwirthschaft thun kann.

Wenn der Knabe in der Schule die Bedingungen der Fruchtbarkeit der Felder auch nur dem Namen nach kennen lernt, wenn ihm sein

Lehrer sagt, daß ihre unnütze Vergeudung, wie die des Brodes, eine Versündigung gegen den Armen, gegen ihn selbst und die menschliche Gesellschaft sei, so wird er als erwachsener Mann Düngerstätten bauen, wie sie die Polizei nicht erzwingt.

Was die höheren landwirthschaftlichen Lehranstalten betrifft, so giebt ein Blick in ihre Einrichtungen zu erkennen, daß sie, so wie sie sind, für unsere Zeit keine Lebensfähigkeit besitzen.

Die Vereinigung der Schule mit der Erlernung des praktischen Betriebs oder des Handwerks zerstört ihr Wirken, welches so nützlich sein könnte; sie sind weder das eine noch das andere, weder Bildungsanstalten des Geistes noch gute Werkstätten; sie haben von Beiden etwas, und von Keinem das Rechte.

Der technische Betrieb kann erlernt, und nur Grundsätze können gelehrt werden. Um das Handwerk zu lernen, muß der Landwirth in die Lehre und um seinen Geist zu bilden, muß er in die Schule gehen.

Eine Vereinigung von Beiden ist unmöglich, nur ein Nacheinander ist möglich. Ich habe in Gießen eine Schule für praktische Chemie, für Analyse und was damit zusammenhängt geleitet, und eine dreißigjährige Erfahrung hat mich belehrt, daß bei einer Verschmelzung der Lehre mit der Praxis nichts erreicht wird. Ein Studirender, der sich der Chemie widmet und die Vorlesungen und das Laboratorium gleichzeitig besucht, giebt den Zweck seines Aufenthalts auf der Lehranstalt geradezu auf und ist dafür verloren. Erst nach der völligen Beendigung des Besuchs der theoretischen Vorträge, kann er mit Nutzen sich der Praxis widmen; er muß die Grundsätze derselben in das Laboratorium mitbringen, denn sonst versteht er die Praxis nicht: weiß er sie nicht, so muß er ausgewiesen werden.

In allen naturwissenschaftlichen, überhaupt in allen Gewerben, deren Ausübung nicht auf einer manuellen Geschicklichkeit beruht, ist der Fortschritt und eine jede Verbesserung bedingt durch die Entwickelung der geistigen Fähigkeiten, d. h. durch die Schule; ein mit gründlichen wissenschaftlichen Kenntnissen wohlausgerüsteter junger Mann eignet sich die Bekanntschaft mit dem technischen Betrieb leicht und ohne Anstrengung an; dem am besten technisch Gebildeten ist das Verständniß jedes neuen ihm noch nicht vorgekommenen Falles oder eines wissenschaftlichen Grundsatzes und dessen Anwendung in der Regel geradezu unmöglich.

Ich habe häufig gefunden, daß Studirende, die von guten Gymnasien kommen, sehr bald die von Gewerb- und polytechnischen Schulen auch in den Naturwissenschaften weit hinter sich zurücklassen, selbst wenn die letzteren anfänglich im Wissen gegen die anderen wie Riesen gegen Zwerge waren.

Ich bin weit entfernt, den außerordentlichen Nutzen, den die Gewerb- und technischen Schulen für uns haben, in irgend einer Weise in Zweifel zu ziehen; ich halte sie für eben so unentbehrlich wie die Gymnasien, denn für alle Menschen paßt nicht der gleiche Weg, und die Sprachen sind nicht Jedermanns Sache; für so vielerlei Erz bedarf man zum Ausschmelzen des Metalls und zu seiner Reinigung von Schlacken

mehrerlei Oefen, und das Talent ist wie das Gold — wo es vorkommt in der Natur, ist es immer gediegen, nie vererzt und jeder Ofen ist ihm recht.

Auf den landwirthschaftlichen Akademien liegt das Handwerk stets mit der Schule im Streit, und wenn eine neue Säemaschine, oder ein Pflug, oder sonst etwas probirt wird, so sind die Lehrsäle der Chemie, Physik ꝛc. leer; die Lehrer der Mathematik und Naturwissenschaften sind mehrentheils auf unseren Universitäten gebildete, und wie man nicht anders erwarten kann, tüchtige und wissenschaftliche Leute: aber das Handwerk beherrscht ihre Erfolge, sie werden bald entmuthigt, und von einem gründlichen Unterricht in den Naturwissenschaften kann unter diesen Verhältnissen gar nicht die Rede sein. Ich bin bis jetzt noch keinem auf diesen Anstalten Gebildeten begegnet, der eine richtige Vorstellung vom Thau hatte, oder der die Samen der Wiesengräser oder die Gräser auf einer Wiese zu unterscheiden vermochte.

Die Erlernung eines technischen Betriebs ist etwas anderes als die Erwerbung einer Kunstfertigkeit, wozu Uebung gehört; der Schüler einer Kunstakademie sieht von Tag zu Tag, ob er einen Fortschritt gemacht hat und dies giebt ihm den nöthigen Muth, der den Eifer weckt und den Fleiß beharrlich macht; der auf einer landwirthschaftlichen Akademie hat kein Maß, an dem er sehen kann, daß seine technischen Kenntnisse zugenommen haben — es fehlt der Sporn, und alle Nacheiferung hört auf.

Der Besuch einer Universität oder einer polytechnischen Schule und dann der einer Anstalt, wo sie die Grundsätze des Wirthschaftsbetriebs im Großen und nebenbei das Handwerk erlernen, vereinigt Alles, was ein junger Landwirth zu seiner Ausbildung erstreben kann.

Wenn man sich nun denkt, daß die Mehrzahl der landwirthschaftlichen Akademien seit einem Menschenalter zum Theil von Männern geleitet worden sind, die von Chemie, Physik, Botanik, Geognosie ꝛc. keine Vorstellungen haben, so sieht man ein, daß sie weit mehr Schulen des Müßiggangs und des Widerstandes als des Fortschritts gewesen sind.

Der gegenwärtig herrschende Streit über die wissenschaftlichen Grundsätze und ihre Anwendung in der Landwirthschaft ist das Werk dieser Schulen und Niemand kann sich darüber wundern, wenn der praktische Mann mit Geringschätzung, ja mit Verachtung auf die Wissenschaft herabsieht. Von woher sollte er ihre Schätzung und ihre Achtung haben, da diese in ihrem Verständniß allein gesucht werden kann.

Ich bin willig und bereit jedes Wort zurückzunehmen, das ich gegen diese Anstalten gesagt, wenn Jemand in anderer Weise das Räthsel löst, welches in dem gegenseitigen Mißverhältniß der landwirthschaftlichen und wissenschaftlichen Lehren offenkundig vorliegt. Die letzteren umfassen nicht die Grundsätze, die ein einzelner Mann erdacht hat, sondern sie sind die Grundsätze aller Wissenschaften; sie werden getheilt von allen Chemikern und Physikern, von allen Naturforschern und

Mathematikern, weil sie nur Ausdrücke der Methode sind, der sie selbst alle ihre Erfolge verdanken.

Alle praktischen Männer sind in einem Punkt mit einander einig, daß sie nämlich um einer Lehre willen ihren Betrieb nicht ändern dürften, auch wenn sie noch so wahrscheinlich sei; erst müsse man sie von ihrer Wahrheit überzeugen, dann falle ihr Widerstand von selbst hinweg. Diese Einsprache wäre verständig genug, wenn in der Lehre etwas läge, was denkbarerweise ihnen Schaden bringen könnte; aber ihr Widerstand ist nicht gegen die Lehre, sondern gegen den gesunden Menschenverstand gerichtet und keine Wissenschaft in der Welt vermag einen solchen Widerstand zu besiegen.

Der Kern der chemischen Lehre ist so einfach, und was man den Landwirthen zumuthet, liegt so sehr in ihrem eigenen Interesse, daß einem jeden Unbefangenen nur ihr Widerspruch unbegreiflich ist.

Die Wissenschaft hat auf sich genommen, was die Praxis ihrem Wesen nach nicht konnte; sie hat den Boden, die Luft, die Thier- und Menschenexcremente, jede Wurzel, die Blätter, Halme, die Samen, Früchte und Knollen, das Blut und Fleisch der Thiere, kurz Alles untersucht, was die Organismen an verbrennlichen und unverbrennlichen Bestandtheilen enthalten und was bei ihrer Erzeugung in Betracht kommen kann; sie hat die Ergebnisse ihrer Analysen den Landwirthen vorgelegt und gezeigt, daß die Pflanzen, der Dünger und der Boden gewisse Bestandtheile gemein haben. Aus dem constanten Vorkommen dieser Bestandtheile in den Pflanzen hat sie geschlossen, daß sie zur Bildung der Pflanze und ihrer Theile nothwendig seien, woraus sich von selbst ergiebt, daß sie auch nothwendig sind für einen Boden, auf welchem sich die Pflanzen entwickeln sollen und auch nothwendig im Dünger, wenn er zu ihrer Erzeugung beitragen solle. Die Wissenschaft hat ferner gezeigt, immer mit der Wage in der Hand, daß auch der daran reichste Boden verhältnißmäßig nur wenig Procente von diesen Stoffen enthält.

Die Wissenschaft muthet den Landwirthen nichts weiter zu, als daß sie sich die sehr geringe Menge von chemischen Kenntnissen erwerben sollen, welche nothwendig sind, um die Sprache der Chemie zu verstehen und sich von der Wahrheit dieser Thatsachen zu überzeugen; es wäre widersinnig zu glauben, daß hieraus ihrem Betrieb Schaden erwachsen könnte; sie muthet ihnen zu, in ihrer Weise zu prüfen ob diese Thatsachen richtig sind; ob ein Feld, welches diese Stoffe nicht enthält, dennoch fruchtbar für ein Culturgewächs ist, und wenn nicht, ob es fruchtbar gemacht werden kann, wenn man ihm diese Stoffe giebt, ob ein daran reiches Feld unfruchtbar wird, wenn man ihm diese Stoffe nimmt. Auch durch diese Prüfung kann ihrem Betrieb kein Nachtheil erwachsen.

Wenn die Landwirthe in dieser Weise sich die Ueberzeugung verschafft haben, daß die Thatsachen und Schlüsse der Chemie mit den Thatsachen und Ergebnissen der landwirthschaftlichen Prüfung übereinstimmen, so hat die Chemie Alles gethan, was sie für die Landwirthschaft als solche

thun kann; was sie außerdem lehrt, ist keine Chemie mehr, sondern ist allen Wissenschaften gemein.

Wenn also in der eben gedachten Weise eine Uebereinstimmung der chemischen und landwirthschaftlichen Erfahrungen festgestellt worden ist, so liegt es doch in dem Interesse der Landwirthe, daß sie ihren Betrieb darnach einrichten und wo Fehler gemacht worden sind, ändern sollen; es ist nur denkbar, daß ihnen dies Vortheil bringen kann. Dies muthet ihnen nicht die Chemie, sondern der gesunde Menschenverstand zu, so wie alles andere, was sich an diese Thatsachen knüpft; er sagt ihnen, daß sie für die Zufuhr dieser Stoffe sorgen müssen und für ihren Wiederersatz, wenn sie dem Felde genommen worden sind, damit ihr unfruchtbares Feld fruchtbar und ihr fruchtbares Feld fruchtbarer werde, und ihr sehr fruchtbares Feld sehr fruchtbar bleibe; er sagt ihnen, daß die landwirthschaftliche Kunst nicht darin bestehen kann, ein sehr fruchtbares Feld einfach fruchtbar und ein fruchtbares Feld unfruchtbar zu machen.

Die Wissenschaft nimmt als Grundsatz an, daß eine jede Ansicht, um in der Lehre als wahr zu gelten, bewiesen werden müsse, und daß diese Beweise unwidersprechlichen Wahrheiten, z. B. daß zweimal zwei vier und nicht fünf sei, nicht widersprechen dürfen; sie erkennt keinen Schluß für richtig an, der diesen Wahrheiten widerspricht, und es ist offenbar keine widersinnige Zumuthung, von den Landwirthen zu verlangen, daß sie den nämlichen Grundsatz zur Richtschnur für ihre Schlüsse und Folgerungen annehmen. Um alles dies bewegt sich nun der Widerstreit; er gilt im Grunde weniger den Lehren und Thatsachen der Chemie, als den Schlüssen und Folgerungen, welche der gesunde Menschenverstand daraus zieht.

Die Auseinandersetzung der wissenschaftlichen Grundsätze datirt nicht von gestern, und ist jetzt bereits dreiundzwanzig Jahre alt, und es hätte sich der Standpunkt der landwirthschaftlichen Lehre (siehe den 37. Brief) gegen die Macht der Wahrheit und des gesunden Menschenverstandes so lange Zeit nicht behaupten lassen, wäre sie nicht wie durch eine Mauer davon abgeschlossen und gegen ihren Eingriff geschützt gewesen.

Die chemischen Wahrheiten in diesen Briefen lassen sich in einer einfachen Formel ausdrücken, welche von weitem wie eine mathematische aussieht, die aber ein Jeder versteht:

$$E = N - W.$$

Das große E in dieser Formel bedeutet Ertrag (Korn, Kartoffeln, Rüben 2c.), das N bedeutet Nahrung (Phosphorsäure, Kali, Kalk, Ammoniak 2c.), W heißt Widerstand.

In Worten ausgedrückt heißt die Formel:

Die Höhe des Ertrags (eines Feldes) entspricht oder steht im Verhältniß zur Nahrung im Boden (zu den Bedingungen der Erzeugung des Ertrags) weniger (minus) aller der Ursachen und Widerstände, welche die Nahrung an der Erzeugung des Ertrags hindern. Wenn der Buchstabe N sechs Apfelschnitten und W drei Finger bedeuten,

welche zwei Apfelschnitten von den sechs festhalten, so sind nur die vier andern frei, und könnten z. B. von einem andern gegessen werden.

Der ganze Inhalt dieser Briefe ist nur eine Entwickelung dieser Formel; Alles was darin über Höhe und Steigerung der Erträge, über Fruchtbarkeit, Bebauung des Bodens, Dünger rc. gesagt ist, ist in ihr enthalten, und man versteht, daß, wenn diese Formel wahr ist, in ihrer Beachtung Millionen Recepte für die Verbesserung von Millionen Feldern und für die Erzielung der höchsten Erträge und die ewige Dauer dieser Erträge eingeschlossen sind, daß die Zukunft unserer Felder, das Einkommen und Vermögen aller Landwirthe von der verständigen und strengen Durchführung derselben abhängig ist, und Niemand wird leugnen können, daß die Entwickelung dieser Formel für die Landwirthe von einiger Bedeutung und ihre Erörterung für sie von Werth ist.

Alles was die praktische Landwirthschaft seit ein paar tausend Jahren in der Düngerlehre gewonnen hat, verdankt sie den richtigen Principien, welche die Vorbedingungen sind zu richtigen Schlüssen.

Auf die Erforschung der Nahrungsmittel der Gewächse gestützt, bezeichnete die Wissenschaft im Jahre 1840 den Landwirthen als eines der unfehlbarsten Mittel zur Steigerung ihrer Korn- und Fleischerträge den Guano, und empfahl auf das Eindringlichste seine Anwendung. Vor dem Jahre 1840 wurde der Guano auf keinem europäischen Felde als Dünger verwendet. Als das erste Schiff mit Guano in Liverpool landete, da wurden eine Menge fehlschlagende Versuche mit diesem Guano angestellt und über die Nützlichkeit dieses Düngmittels waren die Landwirthe im Streit, bis sie die Schule seiner Anwendung durchgemacht hatten.

Seit dieser Zeit sind viele hundert Schiffe hin- und hergegangen, und haben dem europäischen Continent für mehr als 300 Millionen Gulden Guano zugeführt; es sind seit dieser Zeit über 400 Millionen Centner Korn oder seine Aequivalente an Fleisch mehr erzeugt worden.

Es ist wahr, der Guano hätte seinen Weg auch ohnedies nach Europa gefunden, denn eine gütige Vorsehung läßt den Apfel reifen zur rechten Zeit, und wenn er vom Baum fällt und fault, so ist der Mensch daran Schuld, oder der Boden, wenn sein Same nicht keimt. Aber der Guano hätte seinen Weg vielleicht nicht so rasch gemacht, und es ist in den verflossenen kargen Jahren der Hunger und die Noth von vielen Millionen Menschen dadurch gemildert worden.

Der Mann der Theorie, welcher die Wirkungen des Guano vorhersagte, hatte die günstigen Erfolge nicht gesehen, wie sie unsere „Stickstoff-Männer“ später in England gesehen haben, sondern sie waren aus der chemischen Analyse desselben erschlossen; es waren Folgerungen aus dem Grundsatz: daß man dem durch den Kornbau erschöpften Feld wieder geben müsse, was man ihm im Korn genommen.

Nicht die Afterchemie, sondern die Wissenschaft gab dem Landwirth das Mittel in die Hand, die Wirkung des phosphorsauren Kalks durch Aufschließung mit Schwefelsäure für die Ernährung geeigneter zu machen

und in der Zeit zu verstärken, und die Praxis hat in England seit sechszehn Jahren gezeigt, daß durch die Anwendung dieses Mittels die Futtererträge in dem Grad gestiegen sind, wie wenn sich die Oberfläche eines jeden Futterfeldes verdoppelt hätte; man baut seitdem auf derselben Fläche viele Millionen Centner mehr Fleisch als sonst, oder sein Aequivalent mehr an Korn.

Und der Mann der Theorie, welcher dieses Mittel angab, hatte seine Wirkung nicht gesehen, so wie sie unsere Agriculturchemiker in England gesehen haben, sondern er hatte sie aus dem Grundsatz erschlossen, daß die Wirkung eines Düngmitels in der Zeit im Verhältniß zunehmen müsse, wie seine Oberfläche zunimmt.

Alles was die praktischen Landwirthe, die landwirthschaftlichen Vereine auch thun, was sie in ihren jährlichen Versammlungen auch beschließen mögen, jeder Groschen ist verloren, jedes Jahr des Versuchmachens ist umsonst, so lange sie der echten Erfahrung, so lange sie der Logik, welche der gesunde Menschenverstand ist, nicht die Herrschaft überlassen; so wie sie es thun, ist damit die Wissenschaft ihr eigen.

Es giebt ein Recept für die Fruchtbarkeit unserer Felder, und für die ewige Dauer ihrer Erträge; wenn dieses Mittel seine folgerichtige Anwendung findet, so wird es sich lohnender erweisen als alle, welche jemals die Landwirthschaft sich erworben hat; es besteht in Folgendem:

Ein jeder Landwirth, der einen Sack Getreide nach der Stadt fährt, oder einen Centner Reps, oder Rüben, Kartoffeln &c., sollte, wie der chinesische Kuli, eben so viel (wo möglich mehr) von den Bodenbestandtheilen seiner Feldfrüchte wieder aus der Stadt mitnehmen, und dem Feld geben, dem er sie genommen hat; er soll eine Kartoffelschale und einen Strohhalm nicht verachten, sondern daran denken, daß die Schale einer seiner Kartoffeln und der Halm einer seiner Aehren fehlt. Seine Ausgabe für diese Einfuhr ist gering und ihre Anlage sicher, eine Sparcasse ist nicht sicherer, und kein Capital verbürgt ihm eine höhere Rente; die Oberfläche seines Feldes wird sich in ihrem Ertrag in zehn Jahren schon verdoppeln, er wird mehr Korn, mehr Fleisch und mehr Käse erzeugen, ohne mehr an Arbeit und Zeit zuzusetzen; seine Sorgen um sein Feld werden gemindert, und er wird nicht in ewiger Unruhe wegen neuer unbekannter Mittel sein, die es nicht giebt, um sein Feld in anderer Weise fruchtbar zu erhalten.

Alle Grundbesitzer eines großen Landes sollten für diesen Zweck zu einer Gesellschaft zusammentreten, um mit vereinigten Mitteln Anstalten zur Auffammlung der menschlichen und thierischen Ausleerungen zu begründen, und ihre Ueberführung in eine versendbare Form zu bewerkstelligen. Alle Knochen, Ruß, Asche, ausgelaugt und unausgelaugt, das Blut der Thiere, und Abfälle aller Art sollten in diesen Anstalten gesammelt und von ihren eigenen Beamten für die Versendung zubereitet werden.

Um dies möglich und ausführbar zu machen, sollten die Regierungen

und Polizeibehörden in Städten Sorge dafür tragen, daß durch eine zweckmäßige Einrichtung der Latrinen und Cloaken einem Verlust an diesen Stoffen vorgebeugt werde*). Dies muß natürlich vorher geschehen, und wenn dann alle Landwirthe, alle Bauern im Lande, jeder jährlich nur einen halben Gulden in eine gemeinschaftliche Casse zusammenlegen, so lassen sich in allen Städten des Landes solche Anstalten in's Leben rufen, und es ist ganz unbezweifelbar, daß sie sich nach wenigen Jahren ohne allen Zuschuß, wenn Jeder sich fest vornimmt, das Recept zu befolgen, von selbst erhalten werden.

Auf den Guano dürfen sich die Landwirthe nicht verlassen; sein Preis hat sich gegen früher bereits verdoppelt, und kein Verständiger darf daran denken, die Production eines ganzen Landes abhängig von der Zufuhr eines ausländischen Düngstoffs zu machen**). Die Landwirthe müssen zunächst, mit allen Mitteln, die ihnen zu Gebote stehen, sich selbst helfen lernen; dann, aber erst dann, wird ihnen die Chemie nützliche Dienste leisten können. So lange sie von dieser Wissenschaft Zaubermittel erwarten, kann ihnen nicht geholfen werden. Sie müssen be-

*) In München sind hierzu bereits vor mehreren Jahren von Seiten des Ministeriums des Innern, in Rücksicht auf den Gesundheitszustand der Stadt, wohl durchdachte Anordnungen getroffen, und es hängt der Erfolg im wesentlichen davon ab, daß die Häuserbesitzer die weisen Absichten der Regierung erkennen und unterstützen.

**) Es ist beinahe zu fürchten, daß der Guano in der Geschichte eine bedeutungsschwere Rolle spielen wird; bedenkt man, daß 1 Centner Guano die wirksamen Bodenbestandtheile von 25 bis 30 Centner Weizenkorn, oder dessen Aequivalente enthält und als Dünger verwendet in einer Reihe von Culturen eine entsprechende Menge von Nahrungsstoffen erzeugt, so kann man sich eine Vorstellung von dem unermeßlichen Werth machen, den die Guanolager Amerika's für die europäische Kornerzeugung besitzen. Durch die enorme Zunahme der Bevölkerung Londons und anderer großen Städte Großbritanniens wird der Verlust, den die englischen Felder an den Hauptbedingungen ihrer Fruchtbarkeit jährlich erleiden, immer größer, und es scheint, daß die Schwierigkeiten, die sich einer Aufsammlung der menschlichen und thierischen Excremente, wenigstens in London, entgegenstellen, unüberwindbar sind. Man sieht demnach ein, daß England auf die Dauer kornerzeugendes Land nur bei einer ungehinderten Zufuhr von Guano wird bleiben können (so wie denn seit längerer Zeit schon Großbritannien nahe an neun Zehntel von allem nach Europa gebrachten Guano consumirt). Vor ca. zwanzig Jahren sahen die amerikanischen Landwirthe mit einer Art Geringschätzung auf den Guano herab; dies hat sich aber sehr geändert; im Jahre 1858 sollen an 8 Millionen Centner in den Vereinigten Staaten eingeführt worden sein. In der gegenwärtigen Lage des englischen Feldbaues beherrscht Amerika durch die Guanolager den Preis aller Kornmärkte in Europa, namentlich Englands, und wenn durch irgend eine Conjunctur die Einfuhr von Guano nach England gehemmt ist, so müssen dort Zustände eintreten, deren Einfluß kaum berechnet werden kann. Es sind über viel geringere Dinge schon blutige Kriege entstanden.

denken, daß, wo der Erfolg in guten Dingen fehlt, nur an festem Willen Mangel ist; die Mittel sind überall*).

*) „Nicht blos die Ländereien, welche dem Mittelpunkte der Bevölkerung und des Verbrauchs am nächsten sind, benutzen diese Hülfsmittel. Unsere Bauern schicken sich an zu weiten Fuhren mit ihren schlechten Karren, um einen Ersatz für die geringe Düngermenge ihrer Ställe zu holen. Würdig um dem Kuli in China verglichen zu werden, ist der fleißige Bauer Lucca's, der innerhalb eines Umkreises von 6 Meilen, mit der Wohlthat der Bewässerung versehen, alle Jahre zwei Ernten erhält, ohne dem Boden jemals Ruhe zu gönnen, und der den Guano nicht einmal dem Namen nach kennt; aber er fährt nicht nur nach dem benachbarten Lucca, sondern auch nach Pisa und Livorno, um die Cloaken auszuleeren, mit deren Hülfe seine unermüdliche Arbeit ein Wunder von Vegetationskraft erzeugt und die dichteste Bevölkerung des alten Herzogthums ernährt. Die Kähne von Viareggio holen in diesen Hafen den Ziegenmist aus der Maremma, um die Oelbäume der Apuanischen Küste zu düngen."

„Unsere Maremmen sind durch ihre besonderen Verhältnisse von diesem Ersetzungskreislauf ausgeschlossen. Der Anbau und die Getreideproduction wächst von Jahr zu Jahr mit der immerhin langsamen Verbesserung, aber die dünne und wandernde Bevölkerung des um der bösen Luft willen verödeten Bodens gestattet keine Anhäufung von fruchtbar machenden Stoffen, die im Verhältniß zur Ausfuhr stünden. Die stufenweise Einführung des Fruchtwechsels könnte allmälig auch zu der Entkräftung führen, welche die intensive Cultur anderwärts hervorgebracht hat. Dies Bedenken entgeht den Eigenthümern und Ackerbauern nicht, welche so eifrig bemüht sind, den Ackerbau in diesen Gegenden in Schwung zu bringen; rührt doch deren Unfruchtbarkeit und Verlassenheit, wozu sie so lange verdammt waren, vielleicht zum Theil von dem Raubsysteme der Etrusker und Römer her."

„Die toskanische Agricultur ist also eine solche, welche dem Boden diejenigen Stoffe wieder ersetzt, welche von der Wissenschaft als die wirksamsten bezeichnet sind und in dieser Beziehung weit voraus vor manchen andern Ländern ꝛc." (Sei nuove lettere chimiche sull' agricultura di Giusto Liebig, compendiate et annotate de Gustavo Dalgas Dr. Philosoph. Fiorenze, Felice Paggi. 1858. p. 93. u. ff.)

# Anhang.

## Zum 4. Brief.

Geschichte des Knaben mit dem goldenen Zahne. Sprengel. III. Band. 403—406. 16. Jahrh.

Ein Knabe von zehn Jahren in der Gegend von Schweidnitz war das Wunderkind, dem dieser goldene Zahn gewachsen war. Jakob Horst, der in Schweidnitz Arzt gewesen, hörte in Helmstädt, wo er damals (1595) Professor war, von dieser Geschichte und schrieb ein eigenes, höchst seltsames Buch darüber, worin er zuvörderst, ohne einen Augenblick an der Glaubwürdigkeit der Geschichte zu zweifeln, die Erzeugung dieses Zahnes als eine übernatürliche Wirkung ansieht, die von der Constellation abhänge, unter welcher der Knabe geboren. Am Tage seiner Geburt (22. December 1586) habe nämlich die Sonne im Zeichen des Widders gestanden. Durch diese übernatürliche Ursache sei die ernährende Kraft, vermittelst der Zunahme der Hitze, wunderbarlich verstärkt, und so sei, statt der Knochenmaterie, Goldstoff abgesondert worden.

---

Auszug aus dem Brief Galiläi's an Madama Cristina Granduchessa madre.

„Wir bringen das Neue, nicht um die Natur und die Geister zu verwirren, sondern um sie aufzuklären, nicht um die Wissenschaften zu zerstören, sondern um sie wahrhaft zu begründen. Unsere Gegner aber nennen falsch und ketzerisch was sie nicht widerlegen können, indem sie aus erheucheltem Religionseifer sich einen Schild machen und die heilige Schrift zur Dienerin von Privatabsichten erniedrigen. Aber man darf einen Schriftsteller nicht ungehört verdammen, wo er gar keine kirchlichen Dinge, sondern natürliche behandelt und dieselben mit astronomischen und geometrischen Gründen erörtert. Wer sich immer an den nackten grammatischen Sinn halten wollte, würde der Bibel Widersprüche, ja Blasphemien schuldgeben, wenn sie von Gottes Auge, Hand oder Zorn redet. Und wenn solches nach der Fassungskraft des Volkes vorkommt, wie viel mehr mußte diese bei Gegenständen berücksichtigt werden, die von der Wahrnehmung der Menge weit abliegen und das Seelenheil nicht betreffen, wie die Naturwissenschaften. Darum darf man bei ihnen nicht mit der Autorität der Bibel anfangen, sondern mit den Sinneswahrnehmungen und den nothwendigen Beweisen, weil in gleicher Weise Natur und Bibel durch das göttliche Wort ihr Sein haben."

---

## Zum 15. Brief.

Eines der merkwürdigsten Beispiele der Umwandelung der Eigenschaften eines zusammengesetzten unorganischen Körpers ist durch Walter Crum in Glasgow entdeckt worden; er fand nämlich, daß durch anhaltendes Sieden einer Auflösung des essigsauren Thonerdesalzes eine vollständige Trennung der Essigsäure, die sich verflüchtigt, von der Thonerde vor sich geht.

Die Eigenschaften der Thonerde sind allgemein bekannt, sie ist in ihrem gewöhnlichen Zustande unauflöslich in Wasser, leicht löslich in Säuren und Alkalien, sie nimmt aus gefärbten Flüssigkeiten den Farbstoff auf und färbt sich damit.

Die von W. Crum entdeckte Modification der Thonerde löst sich im Wasser, durch verdünnte Säuren und Alkalien wird sie aus der wässerigen Lösung gallertartig gefällt, ohne daß sich Bemerkliches davon auflöst; durch Abkochungen von Farbhölzern entstehen damit nicht undurchsichtige Lack-Niederschläge, sondern durchscheinende gallertartige Fällungen. Durch concentrirte Säuren und Alkalien wird übrigens die in Wasser lösliche Thonerde in die gewöhnliche unlösliche Thonerde zurückgeführt.

## Zum 20. Brief.

„Um sich einen Osterbraten zu verschaffen, erzählt Dr. Röser, beauftragte C. in R. die Seinigen, Drahtschlingen zur Erhaschung eines Rehes zu legen. Es fing sich auch wirklich ein solch armes Thier mit dem Hinterleibe in der Schlinge, welche es, glücklich mit Kopf und Brust durch dieselbe gekommen, am Bauche und über dem Becken umfaßte, so daß es nach dem qualvollsten Kampfe endlich erliegen mußte und man es des andern Tages todt fand.

„Der Herr und die Frau vom Hause aßen am Ostertage die beste Portion von diesem Leckerbissen, wenig davon bekamen die Angehörigen; der Rest wurde in Essig gelegt, aber Nichts davon gegessen.

„Desselben Tages bemerkten nun Alle im Hause, welche von dem Reh genossen hatten, eine auffallende Trockenheit im Munde, Druck im Magen und Brechreiz; die Gesichtszüge wurden bei Allen sehr leidend, blaß; über Eingenommenheit des Kopfes, Schwindel, große Abgeschlagenheit der Glieder klagten Alle. Der Mann verlor mehrere Tage lang das Sehvermögen und war blind; kurz, von hier an begann eine Reihe merkwürdiger Krankheitszufälle, welche die Hülfe des Dr. Röser vielfach in Anspruch nahmen. Der Mann wurde erst im Juli hergestellt, die Frau aber siechte über zwei Jahre lang und erlag endlich doch einem schmerzvollen Tode. Schneller wurde die Tochter und der Knecht und die Magd hergestellt, die nur wenig von dem zu Tode gequälten Thiere genossen hatten. — Die Krankheitszufälle erinnerten in mancher Beziehung an die Wirkungen des Wuthgiftes (und Wurstgiftes?)." Dr. Röser schließt seine Mittheilung mit folgenden Worten: „Scheußlich und unter Qualen geht manches Thier auf ähnliche Weise wie jenes mit der Drahtschlinge gefangene (auf der Jagd z. B.) zu Grunde; sollte daher durch solche Fälle, wie der mitgetheilte, die Medicinalpolizei sich nicht zur strengsten Fürsorge veranlaßt finden, daß die dem Menschen zur Nahrung dienenden Thiere vor der Tödtung nicht gequält werden?" Dr. C. G. Carus. (Aus der Zeitschrift: „Der Menschenfreund in seinen Beziehungen zur belebten Welt. Ein Volksblatt, herausgegeben von dem in Dresden bestehenden Verein zum Schutz der Thiere.")

## Zum 25. Brief.

Zur Beurtheilung der Glaubwürdigkeit historischer Thatsachen aus dem medicinischen oder naturwissenschaftlichen Gebiete, welche durch Zeitungsartikel verbürgt sind, erlaube ich mir als Anhang ein Beispiel beizufügen.

In der Gazette des Tribunaux und später im Journal des Débats vom 24. Februar 1850 erschien folgender Artikel:

Un fait des plus extraordinaires s'est passé dans un cabaret de la barrière de l'Étoile à Paris. Le sieur Xavier G..., ouvrier peintre en bâtiments, auquel ses habitudes d'intempérance avaient fait donner le sobriquet de *pochard*, étant à boire avec plusieurs de ses camarades, paria qu'il mangerait une chandelle tout allumée. On le défia; mais à peine Xavier eut-il introduit dans sa bouche la chandelle enflammée, qu'il poussa un léger cri, et s'affaissa sur lui-même au milieu de la stupéfaction générale. On vit errer sur ses lèvres une flamme bleuâtre; on tenta de le secourir, et les assistants, lorsqu'ils voulurent le soulever, furent saisis de frayeur en s'apercevant que cet infortuné brûlait à l'intérieur. Enfin, à peine une demiheure s'était-elle écoulée que sa tête et la partie supérieure de sa poitrine étaient carbonisées. Deux médecins furent appelés, et reconnurent que Xavier venait de succomber à une combustion spontanée, phénomène positif, mais que la science n'a peut-être pas encore expliqué. Cet incendie du corps humain a une puissance et une activité épouvantables. Les os, la peau, les muscles, tout est dévoré, consumé, réduit en cendres. Quelques pincées de poussière amoncelées à la place où la victime est tombée sont tout ce qui reste du cadavre.

Bien que rares, ces effroyables accidents se reproduissent cependant, et la presse a déjà eu occasion d'enregistrer des cas de combustion spontanée. Nous rappellerons qu'il y a quelques années, un incendie spontané a consumé une femme faisant un usage immodéré de spiritueux. Tous les phénomènes qui caractérisent la combustion se sont produits avec énergie; la plus grande partie du corps a été réduite à état d'entière incinération, sans que l'appartement dans lequel un effet aussi intense de combustion avait eu lieu offrît la plus légère trace de feu. La femme avait été atteinte devant la cheminée, et, selon toute probabilité, au moment où elle cherchait à embraser des tisons en soufflant dessus. Aucune marque de brûlure ne se voyait ni sur les meubles qui l'entouraient, ni sur une chaise contre laquelle elle avait du tomber.

La combustion spontanée avait déjà été constatée au moyen âge et dans les siècles suivants, mais, rangée dans la classe des faits miraculeux, elle n'avait donné lieu à aucune observation scientifique et positive, tellement que, vers l'an 1705, une accusation capitale

fut intentée, en France, à un homme qu'on mit en cause comme ayant tué sa femme et comme ayant voulu la brûler.

L'accusation ne s'était pas arrétée devant l'impossibilité matérielle de détruire par le feu un corps humain dans un appartement, sans qu'il demeurât de traces d'incendie. Presque généralement la mort par apoplexie suit immédiatement la première atteinte de la combustion spontanée. Quelquefois cependant la victime brûla à petit feu avant de mourir! et il est fait mention, dans les *Annales de la médecine,* d'un homme qui ne mourut qu'après quatre jours d'inflammation.

Seiner Form nach ist dieser Artikel vollkommen ähnlich den Erzählungen, welche das Hauptmaterial der Capitel über Selbstverbrennung in den Handbüchern der gerichtlichen Medicin und der Artikel in den medicinischen Wörterbüchern ausmachen. Als eine Thatsache der neuesten Zeit mußte dieser Artikel um so glaubwürdiger erscheinen, da noch lebende Zeugen, darunter zwei Aerzte, darin erwähnt sind und kein Pariser Blatt der Erzählung widersprochen hatte. Ich wurde hierdurch veranlaßt, der Quelle des Ereignisses nachzuforschen, und habe durch Herrn Regnault (Mitglied der Akademie und einer der ausgezeichnetsten Physiker Europa's), durch Herrn Pelouze (Director der Münze und als Chemiker berühmt), zuletzt durch den Polizeipräfecten Herrn Carlier die genauesten Erkundigungen eingezogen. Aus den folgenden Briefen wird man entnehmen, daß der Selbstverbrennungsfall eine Lüge ist.

---

A. Monsieur J. Liebig, professeur de chimie, membre correspondant de l'Institut de France, à Giessen (Grand-Duché de Hesse).

I.

Paris, le 12 mars 1850.

Mon cher Liebig.

Au reçu de votre lettre, je me suis empressé de prendre quelques renseignements sur les fameuses combustions spontanées dont le monde a entendu parler, mais dont personne, même parmi les hommes de l'art que cela intéresse plus particulièrement, n'a vu d'exemple. Malheureusement le temps m'a manqué; je suis en ce moment juré à la Cour d'assises, et, en cette qualité, je passe toute la journée au tribunal.

J'ai à peine besoin à vous dire que je ne crois pas un mot à ce phénomène si extraordinaire. Il suffit de réfléchir un instant à la difficulté de combustion des matières qui constituent le corps de l'homme, à l'immense quantité d'eau qui doit être évaporée avant que la calcination et la combustion de ces matières puisse commencer; à l'absence de l'oxygène dans les cavités intérieures; la petite quantité de ce gaz qui s'y trouve étant bientôt consumée et la combustion de l'alcohol ou des autres matières volatiles combustibles s'arrêtant par cela seul; pour admettre *l'impossibilité matérielle* du fait.

J'ai consulté sur la question le médecins les plus distingués, ceux

qui font, depuis longues années, partie de nos sociétés médicales, notamment M. Magendie, pas un n'a connaissance d'un fait de cette nature. Ce n'est pas qu'il n'en ait pas été annoncé au public par les journaux; mais, toutes les fois que l'on est remonté à la source, que l'on a fait prendre des renseignements par des hommes compétents, le merveilleux a disparu avec le fait lui-même de la combustion.

Quant à l'histoire de la barrière de l'Étoile, je ne doute pas que ce ne soit un *puff*, à moins qu'elle n'ait été inventée dans une intention criminelle. Si j'avais eu le temps, je m'en serais enquis chez le Commissaire de police du quartier et à la Préfecture de police. Mais j'ai su que M. Pelouze avait déjà pris ces renseignements et qu'il devait vous les transmettre immédiatement etc.

V. Regnault.

Uebersetzung des Briefes des Herrn V. Regnault, Mitglieds der Akademie, Professors der Physik am Collège de France in Paris, an Herrn Professor von Liebig in Gießen, d. d. Paris, den 12. März 1850.

Nach dem Empfange Ihres Briefes habe ich mich beeilt, Erkundigungen über die berüchtigten Selbstverbrennungen einzuziehen, von denen Jedermann sprechen gehört hat, die aber Niemand, selbst nicht die Männer der Kunst, welche sie besonders interessiren, jemals gesehen. Die Zeit hat mir unglücklicherweise gefehlt, da ich in diesem Augenblick Geschworner bei den Assisen bin und in dieser Eigenschaft den ganzen Tag im Gerichtshofe zubringen muß.

Ich habe kaum nöthig Ihnen zu sagen, daß ich nicht ein Wort von diesem so ungewöhnlichen Phänomen glaube. Es genügt, einen Augenblick über die Schwierigkeit der Verbrennung der Materien nachzudenken, welche den menschlichen Körper ausmachen, an die ungeheure Menge Wasser, welche verdampfen muß, ehe die Einäscherung und Verbrennung dieser Materien anfangen kann — an die Abwesenheit des Sauerstoffs in den inneren Höhlungen des Körpers, so wie daran, daß die kleine Menge, welche sich darin vorfindet, sehr bald verbraucht ist, daß die Verbrennung von Alkohol oder anderen verbrennlichen flüchtigen Materien durch dies allein aufhören muß — um die materielle Unmöglichkeit dieser Thatsachen anzunehmen.

Ich habe über diese Frage die ausgezeichnetsten Aerzte consultirt, solche, welche seit vielen Jahren zu unsern medicinischen Gesellschaften gehören, namentlich Herrn Magendie; keiner von ihnen hat Kenntniß von einer Thatsache dieser Art. Nicht als ob dem Publicum nicht dergleichen mitgetheilt worden wäre durch die Journale; aber allemal, wenn man auf die Quelle zurückging, wenn man Erkundigungen durch sachkundige Männer einzog, verschwand das Wunderbare mit der Thatsache der Verbrennung selbst.

Was die Geschichte der Sternbarrière betrifft, so zweifle ich nicht daran, daß es ein Puff ist, wenn nicht in einer sträflichen Absicht

erfunden. Wenn ich Zeit gehabt hätte, so würde ich bei dem Polizei-Commissär dieses Quartiers und auf der Polizei-Präfectur nachgefragt haben. Ich hörte ohnedies, daß Herr Pelouze deshalb bereits Erkundigungen eingezogen hat, welche er Ihnen unmittelbar übermachen wird ꝛc.

II.

Paris, le 9 mars 1850.

Mon cher ami.

Il résulte des renseignements que j'ai pris à diverses sources que le fait raconté par le Journal des Débats du 24 février 1850, *est une pure invention.* Parmi les exemples de combustions humaines, celuilà était bien le plus extraordinaire, pour ne pas dire le plus incroyable. Pour mon compte, moi qui connaissais l'article où cette histoire ridicule était relatée, je n'avais pas pris la chose au sérieux. Toutefois voyant que tu attaches de l'importance à ce récit, j'ai pris des informations et je me suis assuré qu'il était en tout point mensonger.

Je ne sache pas qu'aucun médecin ait cru un instant à la véracité d'un tel récit etc.

Pelouze.

Brief des Herrn Pelouze, Mitglieds der Akademie und Directors der Münze, an Professor von Liebig zu Gießen (d. d. Paris, den 9. März 1850.)

Es ergiebt sich aus den Anfragen, welche ich an verschiedenen Quellen angestellt habe, daß die von dem Journal des Débats vom 24. Februar 1850 erzählte Thatsache eine reine Erdichtung ist. Unter den Beispielen von menschlicher Selbstverbrennung wäre dieses offenbar das außerordentlichste, um nicht zu sagen das unglaublichste. Was mich betrifft, der den Artikel kannte, in welchem diese lächerliche Geschichte erzählt war, so habe ich die Sache niemals für Ernst gehalten. Da ich übrigens sehe, daß Du der Erzählung einige Wichtigkeit beilegst, so habe ich Erkundigungen eingezogen und mich versichert, daß sie in allen Punkten eine Lüge ist.

Ich glaube nicht, daß irgend ein Arzt nur einen Augenblick sie für wahr gehalten hat ꝛc.

III.

Préfecture de Police.
1. Division.
1. Bureau 2. Sect.

République Française.
Liberté. — Egalité. — Fraternité.
Paris, le 7 mars 1850.
4 heures 1/2.

Monsieur.

Je reçois la lettre que vous m'avez fait l'honneur de m'écrire le 4 de ce mois, et dans laquelle, à l'occasion d'un procès criminel pendant devant les Assises de Darmstadt, vous me demandez des

renseignements sur un fait de combustion humaine spontanée qui, d'après un article du Journal des Débats, aurait eu lieu récemment à Paris.

Ce fait est complètement imaginaire; si le récit du Journal eût été exact, la mort accidentelle du prétendu Xavier G... aurait motivé des constatations légales dont la connaissance serait nécessairement parvenue à mon administration, et les recherches minuitieuses que j'ai prescrites à ce sujet dans mes bureaux sont restées infructueuses.

J'ai néanmoins voulu remonter à la source du fait relaté dans le Journal des Débats, et j'ai su que l'article inséré dans ce journal avait été emprunté à la Gazette des Tribunaux. — Des informations ont été prises dans les Bureaux de ce journal, et à la manière dont on a reçu les questions faites à ce sujet, il n'a pas été difficile de voir que le récit dont il s'agit était une fable faite à plaisir.

Le Préfet de Police

P. Carlier.

Brief des Polizei-Präfecten Herrn Carlier zu Paris vom 7. März 1850 an Professor von Liebig in Gießen.

Ich erhalte Ihren Brief, den Sie mir die Ehre erzeigten am 4. d. M. zu schreiben, und in welchem Sie mich ersuchen, bei Gelegenheit eines Criminalprocesses vor den Assisen zu Darmstadt, Erkundigungen einzuziehen über einen Vorfall von menschlicher Selbstverbrennung, welcher nach einem Artikel des Journals des Débats kürzlich in Paris statt gehabt habe.

Dieses Ereigniß ist vollkommen erfunden; wenn die Erzählung des Journals richtig gewesen wäre, so würde der zufällige Tod des angeblichen Xavier G... eine gerichtliche Einschreitung veranlaßt haben, deren Kenntniß nothwendigerweise meiner Verwaltung zugekommen wäre, aber die sorgfältigen Nachforschungen in meinen Bureaux, welche ich in dieser Beziehung vorgeschrieben habe, sind unfruchtbar geblieben.

Ich habe nichts desto weniger an die Quelle der im Journal des Débats erzählten Thatsache zurücksteigen wollen und habe erfahren, daß der in diesem Journal aufgenommene Artikel der Gazette des Tribunaux entlehnt war. — Es sind in den Bureaux dieses Journals Erkundigungen eingezogen worden, und aus der Art, mit welcher man die in Beziehung auf diesen Gegenstand gestellten Fragen aufnahm, war es nicht schwer zu sehen, daß die Erzählung, um die es sich handelt, eine Fabel war, die man zur Unterhaltung erfunden hatte ꝛc.

## Zum 26. Brief.

Ich halte es für wichtig genug, diesem Briefe in einem Nachtrage eine Anzahl von Bestimmungen des Nahrungsverhältnisses arbeitender Männer beizugeben, welche auf meinen Wunsch Herr Bergverwalter Reißacher in Böckstein mit seltener Umsicht und Bereitwilligkeit unternommen hat; die Bestimmungen beziehen sich auf den Verbrauch von verschiedenen Speisen der Bergleute im Rauris, Böckstein und bei Kristof, welche in den dortigen Goldbergwerken arbeiten. Böckstein liegt am Ende des Gasteiner Thals (47′ 4″ Länge und 30′ 38″ Breite) und es besteht die Arbeit der Bergleute im Wesentlichen im Bohren und Absprengen des Gold führenden Gesteins, Quarz, schieferigen und quarzigen Gneis. Am hohen Goldberg in der Rauris arbeitet die Mannschaft in einer Höhe von 7500 Fuß (Wiener Maaß) über der Meeresfläche, am Rathhausberg bei Böckstein liegt das Berghaus von Hieronymus 6064 Fuß, jenes bei Kristof 6700 Fuß hoch.

Rauris. Die Beobachtungszeit umfaßt 4 Wochen, vom 27. October bis 28. November 1857. In jeder Woche arbeitete die Mannschaft 4 Tage, ihr Aufenthalt am Berg dauerte vom Montag Abend 6 Uhr an bis Freitag Nachmittag um 1 Uhr, im Ganzen 91 Stunden; während dieser Zeit nahmen 6 Mann 12 Mahlzeiten ein; es waren erwachsene kräftige Männer im 35.—45. Jahre, deren Hauptarbeit das Bohren im Gestein ausmachte.

Die ganze Aufenthaltszeit der 6 Mann am Berg betrug 2184 Stunden, wovon 1200 auf die Zeit der Arbeit und 984 auf Essen, Ruhe und Schlafzeit kommen.

Von ihrem Wohnorte braucht die Mannschaft zum Ersteigen des Berges bis zum Arbeitsort 8 Stunden; jeder einzelne Mann trägt seinen Bedarf an Schmalz und Mehl für zwei Wochen, die andern Bedürfnisse für eine Woche mit sich.

Die beobachteten 6 Mann verzehrten in der angegebenen Zeit von 2184 Stunden ihres Aufenthalts am hohen Goldberg:

| | | |
|---|---|---|
| an Rindschmalz . . . . . . | 40 | Pfund |
| Weizenmehl . . . . . . . . | 144 | = |
| gesalzenes Bock= und Schaffleisch | 64 | = |
| Roggenbrod . . . . . . . . | 52½ | = |
| Bohnen . . . . . . . . | 2 | = |
| Gerste . . . . . . . . . . | 20 | = |
| Weißer Käse (Zieger) . . . . | 4½ | = |
| fetter Käse . . . . . . . . | 1 | = |
| Kochsalz . . . . . . . . | 3 | = |
| Bier . . . . . . . . . . | 64 | = |
| Branntwein . . . . . . . . | 2¼ | Maaß |
| Wasser . . . . . . . . . . | 397 | Pfund. |

Im Ganzen wurden von den beobachteten 6 Mann 2804 Zoll Bohrloch erbohrt und abgesprengt. Das Bohrloch hat 15 Wiener

Linien Weite, der Fäustel (Hammer) wiegt 3 Pfund, jeder Schlag ertheilt dem Bohrer eine Geschwindigkeit von 21 Fuß pr. Secunde. In einer Minute thut der Mann etwa 40 Schläge und bohrt in reinem Quarz durchschnittlich 1 Zoll, in quarzigem Gneis 1,3 Zoll, in schiefrigem Gneis 1,7 Zoll pr. Stunde.

Böckstein. a. Bei Hieronymus. Versuchsdauer 3 Wochen, vom 31. August bis 18. September incl. 1857; Mannschaft 27 Mann. Arbeitszeit 4131 Stunden, Kochen, Rast und Ruhe 2808, zusammen 6939 Stunden, die am Berg zugebracht wurden. Verzehrt wurden:

| | | |
|---|---|---|
| Rindschmalz | 83 | Pfund |
| Weizenmehl | 234½ | = |
| Roggenbrod | 233 | = |
| Eingesalzenes Ziegenfleisch | 55¾ | = |
| Weißer Käse | 6 | = |
| | 612 | Pfund. |
| Ziegenmilch | 1012,5 | Pfund. |
| Eier | 6 | Stück. |

b. Bei Kristof. Dauer der Beobachtung 4. Wochen, vom 5. Juli bis 30. Juli incl. Mannschaft: 15 Mann. In Arbeit 3378 Stunden; Kochen, Rast und Schlaf 2442 Stunden, zusammen 5820 Stunden. Verzehrt wurden:

| | | |
|---|---|---|
| Rindschmalz | 66¼ | Pfund. |
| Weizenmehl | 206 | = |
| Roggenbrod | 190½ | = |
| Salz | 2 | = |
| | 464¾ | Pfund. |

Ziegenmilch 1515 Pfund (905 Wiener Maaß).

Zusammenstellung. Es verzehrte ein Mann bei schwerer Arbeit in 6 bis 7000 Fuß Meereshöhe:

| | Böckstein Kristof | Böckstein Hieronymus | Nauris Goldberg |
|---|---|---|---|
| Rindschmalz | 0,273 | 0,287 | 0,439 |
| Weizenmehl | 0,849 | 0,810 | 1,582 |
| Roggenbrod | 0,785 | 0,806 | 0,577 |
| Fleisch | — | 0,192 | 0,703 |
| Bohnen | — | — | 0,263 |
| Gerste | — | — | 0,219 |
| Weißer weicher Käse | — | 0,021 | 0,049 |
| Käse | — | — | 0,011 |
| Kochsalz | 0,008 | — | 0,033 |
| Pfunde feste Speisen | 1,915 | 2,116 | 3,876 |
| Ziegenmilch, Pfunde | 6,246 | 3,501 | — |
| Bier, Maas | — | — | 0,252 |
| Branntwein | — | — | 0,024 |
| Wasser, Pfunde | — | — | 4,812 |

Es ist hier nicht der Ort, auf alle Folgerungen näher einzugehen, die sich an diese Zahlen knüpfen. Eine Thatsache ergiebt sich daraus unzweifelhaft, daß nämlich der Verbrauch an Kohlenstoff bei einem erwachsenen Mann bei schwerer Arbeit in 6—7000 Fuß Meereshöhe nicht kleiner, sondern eher größer ist als bei einem Soldaten in Darmstadt. Auf dem Raurifer Goldberg verzehrte ein Mann täglich 2170 Gramm feste Speisen, worunter 243 Gramm Fett. Zu 40 Procent Kohlenstoff angenommen enthalten diese 868 Gramm Kohlenstoff, ein Gehalt, der eher zu niedrig als zu hoch ist. Der Kohlenstoffgehalt des genossenen Biers und Branntweins ist nicht in Anschlag gebracht.

Auf der andern Seite ist der vollkommene Ersatz des Fleisches durch Milch bemerkenswerth; die Bergleute bei Kristof genießen während der Arbeitszeit kein Fleisch und kein geistiges Getränk, und es dürften vielleicht Manche eine gewisse Beziehung zwischen Beiden wie zu dem Tabak erkennen. Sicher ist, daß die geleistete Arbeit bei den Fleisch und Bier verbrauchenden Bergleuten in Rauris nicht größer ist als bei den Milch und Mehlspeisen verzehrenden Bergleuten in Böckstein, und man kann wohl ohne einen Fehler zu begehen den Schluß ziehen, daß zwischen schwerer Arbeit und geistigen Getränken und Fleisch keine nothwendige Verbindung besteht. In den entsprechenden Verhältnissen erzeugen Milch und Mehlspeisen in dem menschlichen Leibe dieselbe Quantität von Arbeitskraft. Am Schlusse seines Berichtes über die angestellten Versuche macht Herr Bergverwalter Reißacher einige Bemerkungen, welche für Viele von Interesse sein dürften; ich gebe sie mit seinen eigenen Worten:

„Obgleich die Arbeit an sich und die Kraftentwickelung hierbei für Leute von gleichem Alter durchschnittlich wenig Unterschied für beide Bergbaue bieten, so ist doch der Aufenthalt des Raurifer Knappen im Berghaus am hohen Goldberg mitten in der Gletscherregion, die sich bis zu einer Erstreckung von $1/2$ Stunde abwärts vom Berghaus ausdehnt und dasselbe rings mit allen Eigenthümlichkeiten des Gletschers umgiebt, viel rauher seinen klimatischen Verhältnissen nach, als der Aufenthalt am Rathhausberg, wo sich kein Gletscher angesetzt findet. Der Zugang zum Berg ist in Rauris eben wegen des Gletschers und seiner Stürme, abgesehen von der beträchtlich größern Entfernung der Wohnungen der Knappen, weit beschwerlicher als in Gastein, und Verunglückungen von Knappen durch Erfrieren sind in Rauris öfter, in Gastein aber nicht vorgekommen.“

„Der Kraftaufwand, den der Berggang erheischt, ist übrigens sowohl in Gastein als in Rauris größer als der, welcher für die Arbeit in der Grube beansprucht wird, und in eben dem Maße wie die Unwirthlichkeit der Verhältnisse in Rauris größer ist als am Rathhausberg, ist auch die Dauer der Diensttauglichkeit eines Raurifer Knappen beschränkter. In Rauris kann nur ein vollkommen gesunder und kräftiger Mann den Berggang ertragen, und daher kommt es, daß mit Einschluß der Jungen jeder vierte Mann dem Militairstande angehört, oder im Militair gedient hat. Trotz diesem Beweis der körperlichen Rüstigkeit

gilt es aber als Regel, daß bei einem Lebensalter von rund 40 Jahren und einer Dienstzeit von 20 Jahren der Rauriser Knappe nicht mehr befähigt ist, den Berggang auszuhalten, wenn gleich derselbe noch zur Arbeit am Gastein diensttauglich bleibt.“

„In Gastein läßt sich hingegen annehmen, daß der Mann in einem Alter von rund 50 Jahren und bei einer Dienstzeit von 30 Jahren arbeitsunfähig wird, und zwar ebenfalls zumeist deshalb, weil er unfähig ist den Aufgang zum Berg zu verrichten, d. h. am Berg zu steigen.“

„Athmungsbeschwerden und daraus hervorgehende Krafterlahmung, vornehmlich in den Füßen, zwingen ihn die Alpenregion zu verlassen und den Dienst als untauglich hierzu aufzugeben.“

„Daß nicht die dumpfe Grubenluft, nicht der Pulverdampf oder die staubige Atmosphäre der Scheidstuben diese mit dem vorrückenden Alter auftretenden Athmungsbeschwerden hervorrufen, sondern daß sie, wenn auch erstere Ursachen mitwirken, doch vorzugsweise vom Bergsteigen mit gleichzeitigem Lasttragen, und vom Aufenthalt in der Alpen- und Gletscherregion bedingt werden, beweist der Umstand, daß selbst Aufsichts-Individuen und Tagarbeiter in ähnlicher Weise dienstunfähig werden, obwohl sie ersteren Einflüssen minder ausgesetzt sind.“

„Versuche haben zu wiederholten Malen gezeigt, daß Hunde und Katzen zumal am Rauriser Goldberg nicht leben können und selbst gesellig zu Paaren starben Katzen in etwa 4—6 Wochen. Auch bei diesen fand sich Schwerathmigkeit und Erlahmung der Extremitäten in stetig zunehmendem Grade als Folge des längern Aufenthaltes bei abnehmender Eßlust, ganz so wie beim Menschen, nur viel heftiger, auffallender und in kürzerer Zeit.“

„Auch beim Menschen würde diese Erscheinung in kürzerer Zeit eintreten, wenn der Aufenthalt am Berg ein stetiger wäre, und es ergiebt sich von selbst, warum der Knappe das Bedürfniß des wöchentlichen Bergabganges fühlt und den weiten Weg des Zu- und Abganges auch bei stürmischer Zeit nicht scheut, eben weil er trotz der Beschwerde des Ganges sich Wohlbefinden, Eßlust und Kraft wahrt.“

Böckstein, am 12. August 1858.

K. Reißacher.

## Zum 32. Brief.

Eine neue Fleischbrühe für Kranke. Man nimmt zu einer Portion dieser Fleischbrühe ein halb Pfund Fleisch von einem frisch geschlachteten Thiere (Rind- oder Hühnerfleisch), hackt es fein, mischt es mit ein und ein achtel ($1^1/_8$) Pfund destillirtem Wasser, dem man vier Tropfen reine Salzsäure und $^1/_2$ bis 1 Quentchen Kochsalz zugesetzt hat, gut durcheinander. Nach einer Stunde wird das Ganze auf ein kegelförmiges Haarsieb, wie man in allen Küchen hat, geworfen, und die Flüssigkeit ohne Anwendung von Druck oder Pressung abgeseiht. Den zuerst ablaufenden trüben Theil gießt man zurück, bis die Flüssigkeit ganz klar abfließt. Auf den Fleischrückstand im Siebe schüttet man in kleinen Portionen ein halb Pfund destillirtes Wasser nach. Man erhält in dieser Weise etwa ein Pfund Flüssigkeit (kalten Fleischextract) von rother Farbe und angenehmem Fleischbrühgeschmack. Man läßt sie den Kranken kalt tassenweise nach Belieben nehmen. Sie darf nicht erhitzt werden, denn sie trübt sich in der Wärme und setzt ein dickes Gerinnsel von Fleischalbumin und Bluthroth ab.

Die Erkrankung eines jungen achtzehnjährigen Mädchens in meinem Hause am Typhus gab Veranlassung zu dieser Zubereitung; sie wurde durch die Bemerkung meines Hausarztes (Dr. Pfeufer) hervorgerufen, daß in einem gewissen Stadium dieser Krankheit die größte Schwierigkeit, die sich dem Arzte darbiete, in der mangelhaften Verdauung liege, eine Folge des Zustandes der Eingeweide, und noch außerdem an dem Mangel an einem zur Blutbildung und Verdauung geeigneten Nahrungsmittel. In der gewöhnlichen durch Kochen bereiteten Fleischbrühe fehlen in der That alle diejenigen Bestandtheile des Fleisches, die zur Bildung des Blutalbumins nothwendig sind, und das Eigelb, welches hinzugesetzt wird, ist sehr arm an diesen Stoffen, denn es enthält im Ganzen $82^1/_2$ Procent Wasser und Fett und nur $17^1/_2$ Procent an einer dem Eieralbumin gleichen oder sehr ähnlichen Substanz, und ob diese dem Fleischalbumin in seiner Ernährungsfähigkeit gleich steht, ist nach den Versuchen Magendie's zum Mindesten zweifelhaft. Außer dem Fleischalbumin enthält die neue Fleischbrühe eine gewisse Menge Bluthroth und darin eine weit größere Menge des zur Bildung der Blutkörperchen nothwendigen Eisens, und zuletzt die verdauende Salzsäure.

Ein großes Hinderniß für die Anwendung dieser Fleischbrühe im Sommer ist ihre Veränderlichkeit in warmem Wetter; sie geräth förmlich in Gährung, wie Zuckerwasser mit Hefe, ohne üblen Geruch anzunehmen; welcher Stoff hierzu Veranlassung giebt, ist sehr werth untersucht zu werden. Die Auslaugung des Fleisches muß deshalb mit ganz kaltem Wasser an einem kühlen Orte vorgenommen werden. Eiswasser und äußere Abkühlung mit Eis heben diese Schwierigkeit völlig. Vor Allem ist streng darauf zu achten, daß das Fleisch frisch und nicht mehrere Tage alt genommen wird.

In dem hiesigen städtischen Hospitale ist diese Fleischbrühe in

Anwendung und bereits in die Privatpraxis mehrerer der ausgezeichnetsten hiesigen Aerzte (Münchens), wie der Herren Dr. v. Gietl und Dr. Pfeufer übergegangen.

Ich würde vielleicht Anstand genommen haben, einer so einfachen Sache eine größere Publicität zu geben als sie verdient, wenn mich nicht ein neuer und für meine Familie besonders wichtiger Fall von der großen Ernährungsfähigkeit dieser Suppe völlig überzeugt hätte, und es floß daraus der natürliche Wunsch, daß auch in weiteren Kreisen ihr Nutzen geprüft und andern Leidenden ihre wohlthätigen Wirkungen zu gut kommen möchten. Eine junge verheirathete Frau, welche in Folge einer Eierstockentzündung keine festen Speisen genießen konnte, wurde zwei Monate lang ausschließlich und zwar bis zur vollkommenen Wiederherstellung ihrer Gesundheit damit erhalten; sie nahm in dieser Zeit an Fleisch und Kräften augenfällig zu. In der Regel nehmen die Patienten die Suppe ohne alles Widerstreben nur so lange sie krank sind; so bald sie andere Speisen genießen können, widersteht sie ihnen, was in der Farbe und vielleicht in dem schwachen Fleischgeruch liegen mag. Für Viele möchte es deshalb vielleicht von Nutzen sein, die Fleischbrühe durch stark gebrannten Zucker braun zu färben und ein Glas rothen vom besten französischen Bordeaux-Wein zuzusetzen.

Ein Mittel zur Verbesserung des Brodes. Es ist bekannt, daß der Kleber der Getreidearten im feuchten Zustande eine Veränderung erleidet; im frischen Zustande weich, elastisch und unlöslich im Wasser, verliert er diese Eigenschaften bei längerer Berührung mit Wasser. Einige Tage unter Wasser aufbewahrt nimmt sein Volum allmälig ab, bis daß er sich zuletzt zu einer trüben schleimigen Flüssigkeit löst, die mit Stärkmehl keinen Teig mehr bildet. Die Teigbildung des Mehls wird aber wesentlich bedingt durch die Fähigkeit des Klebers, Wasser zu binden und in den Zustand zu versetzen, in welchem es z. B. im thierischen Gewebe, im Fleisch und im coagulirten Eiweiß enthalten ist, in welchen das aufgesaugte Wasser trockene Körper nicht näßt. Eine ähnliche Veränderung wie im nassen Zustande erleidet der Getreidekleber beim Aufbewahren des Mehls, indem dieses, als eine im hohen Grade wasseranziehende Substanz, Wasser aus der Luft aufnimmt; nach und nach vermindert sich die teigbildende Eigenschaft des Mehls und die Beschaffenheit des daraus gebackenen Brodes. Nur durch künstliche Austrocknung und Abschluß der Luft läßt sich dieser Verschlechterung vorbeugen. Bei Roggenmehl tritt diese Veränderung eben so rasch, vielleicht noch rascher ein als beim Weizenmehl.

Vor etwa 24 Jahren (siehe Kuhlmann, Ann. der Physik und Chemie von Poggendorff. Bd. XXI., S. 447) kam bei den belgischen Bäckern ein Mittel in Gebrauch, durch dessen Anwendung von Mehl, welches für sich ein schweres, nasses Brod geliefert haben würde, ein Brod von der Beschaffenheit wie von dem frischesten und besten Mehl gewonnen wurde. Dieses Mittel bestand in einem Zusatz von Kupfervitriol oder von Alaun zum Mehl.

Die Wirkung beider in der Brodbereitung beruht darauf, daß sie

mit dem in Wasser löslich gewordenen veränderten Kleber in der Wärme eine chemische Verbindung bilden, wodurch er alle seine verlorenen Eigenschaften wieder gewinnt, er wird wieder unlöslich und wasserbindend.

Die Beziehungen des Getreideklebers zum Käsestoff, mit dem er so viele Eigenschaften gemein hat, veranlaßten mich zu einigen Versuchen, welche zum Zweck hatten, die beiden oben genannten für die Gesundheit und den Ernährungswerth des Brodes so schädlichen Substanzen durch ein an sich unschädliches Mittel von gleicher Wirkung zu ersetzen. Dieses Mittel ist reines, kaltgesättigtes Kalkwasser. Wenn der zur Teigbildung bestimmte Theil des Mehls mit Kalkwasser angemacht, sodann der Sauerteig zugesetzt und der Teig sich selbst überlassen wird, so tritt die Gährung ein, ganz wie ohne das Kalkwasser. Wird zur gehörigen Zeit der Rest des Mehls dem gegohrenen Teige zugesetzt, die Laibe geformt und wie gewöhnlich gebacken, so erhält man ein schönes, säurefreies, festes, elastisches, kleinblasiges, nicht wasserrandiges Brod von vortrefflichem Geschmack, welches von Allen, die es eine Zeit lang genießen, jedem andern vorgezogen wird.

Das Verhältniß des Mehls zum Kalkwasser ist 19:5, d. h. zu 100 Pfund Mehl nimmt man 26 bis 27 Pfund oder Schoppen Kalkwasser. Diese Menge Kalkwasser reicht zur Teigbildung nicht hin, und es muß natürlich im Verhältniß gewöhnliches Wasser nach der Hand zugesetzt werden.

Da der saure Geschmack des Brodes sich verliert, so muß der Salzzusatz beträchtlich vermehrt werden, um ihm die für den Gaumen gehörige Beschaffenheit zu geben.

Was den Kalkgehalt des Brodes betrifft, so weiß man, daß 1 Pfund Kalk hinreicht, um mehr als 600 Pfund Kalkwasser zu bereiten; er beträgt in dem nach der angegebenen Vorschrift bereiteten Brode nahe so viel, als wie in einem dem Mehle gleichen Gewichte der Samen der Leguminosen enthalten ist.

Es kann als eine durch Erfahrung und Versuche ausgemittelte physiologische Wahrheit angesehen werden, daß dem Mehl der Getreidearten die volle Ernährungsfähigkeit abgeht, und es scheint nach Allem, was wir darüber wissen, der Grund in dem Mangel des zur Knochenbildung unentbehrlichen Kalks zu liegen. Phosphorsäure enthalten die Samen der Getreidearten in hinreichender Menge, aber sie enthalten weit weniger Kalk als die Hülsenfrüchte. Dieser Umstand erklärt vielleicht manche Krankheitserscheinungen, die man bei Kindern auf dem Lande oder in Gefängnissen wahrnimmt, wenn die Nahrung vorzüglich in Brod besteht, und in dieser besonderen Beziehung möchte diese Anwendung des Kalkwassers von Seiten der Aerzte einige Aufmerksamkeit verdienen.

Die Ausgiebigkeit des Mehls an Brod wird wahrscheinlich in Folge einer stärkeren Wasserbindung vermehrt. Auf 19 Pfund Mehl ohne Kalkwasser wurden in meiner Haushaltung selten über 24½ Pfund Brod erhalten; mit 5 Pfund Kalkwasser verbacken liefert dieselbe Menge Mehl 26 Pfund 12 Loth bis 26 Pfund 20 Loth gut ausgebackenes Brod. Da nun nach Heeren's Bestimmungen die gleiche Menge

Mehl nur 25 Pfund 3,2 Loth Brod liefert, so scheint mir die Gewichtsvermehrung durch die Anwendung des Kalkwassers unzweifelhaft zu sein.

Das Verbacken des Mehls aus ausgewachsenem Getreide. Ein wichtiges Problem ist in diesen Tagen durch Herrn Dr. Julius Lehmann, Chemiker an der landwirthschaftlichen Versuchsstation zu Weidlitz bei Bautzen, gelöst worden: das Verbacken von Mehl aus ausgewachsenem Roggen zu Brod.

Es war Herr Dr. Lehmann von dem königl. sächsischen Ministerium des Innern mit weiteren chemischen Untersuchungen in Beziehung auf die wichtigsten Lebensmittel beauftragt und ihm hierbei die obige Frage als besondere Aufgabe gestellt worden. Die eingeleiteten Untersuchungen ergaben, daß die durch das Keimen der Getreidekörner entstehenden Veränderungen in der Hauptsache in einem theilweisen Löslichwerden des Klebers und dem dadurch herbeigeführten Verschwinden der Elasticität und Dehnbarkeit (der teigbildenden Eigenschaft) desselben, sodann aber in einer Umwandlung des theilweise löslich gewordenen Stärkmehls vermittelst der mit dem Kleber in geringer Quantität gebildeten Diastase in Dextrin und Zucker sich kundgebe. Weitere Untersuchungen führten dahin, daß das Kochsalz die Eigenschaft besitze, den in Lösung befindlichen Kleber wieder unlöslich zu machen und ihm seine teigbildende Eigenschaft wieder zu ertheilen.

Gestützt hierauf wurden, nachdem der anhaltende Regen zur Zeit der Roggenernte zum Auswachsen großer Mengen von Korn geführt hatte, zuerst Versuche in der Bäckerei des Herrn Ochernal auf Techritz angestellt, und als solche zu günstigen Resultaten geführt hatten, mit Genehmigungdes königl. Kriegsministeriums in der Militairbäckerei zu Dresden unter Aufsicht des Herrn Kriegscommissars Blume durch Herrn Dr. Lehmann fortgesetzt.

Es wurde zu denselben Roggen gewählt, dessen Körner fast ohne Ausnahme gekeimt waren; es wurde solcher absichtlich mit allen Keimen vermahlen; es ergab 1 Scheffel, welcher 160 Pfund wog,

| | | |
|---|---|---|
| gutes Mehl | 102 | Pfund |
| Nachgang | 17 | = |
| Schwarzmehl | 15½ | = |
| Kleie | 16½ | = |
| Hiernach Verlust | 9 | = |

Von dem guten Mehle wurden 40 Pfund mit 31 Pfund Wasser und dem nöthigen Quantum Sauerteig, ganz in gewöhnlicher Weise behandelt und von dieser Masse die Versuchsbrode abgewogen. Es ergab sich das Resultat, daß das ohne einen Zusatz gebackene Brod kuchenförmig breit lief, die Rinde sich ablöste, ein bläulicher Schliff sich bildete, das Gebäck ungenießbar war.

Bei einem Zusatz von 1⅓ Loth Salz auf 3 Pfund Mehl wurde das Brod wesentlich besser, es behielt seine Form, die Rinde löste sich aber ab, und es zeigte sich immer noch ein kleiner Schliff an der untern Seite: das Brod war genießbar.

Ein Zusatz von 2 Loth Salz auf 3 Pfund Mehl zeigte die voll-

ständige Wirkung: das Brod war in jeder Beziehung zufriedenstellend, locker, trocken, wohlschmeckend, ohne allen Schliff.

Die Operation ist einfach; vor dem Einwirken wird das in Wasser gelöste Salz zugesetzt; sonst in Allem verfahren wie gewöhnlich.

Die gleichzeitig angestellten Versuche mit Mehl aus ausgewachsenem Weizen ergaben bis jetzt kein befriedigendes Resultat: sie sollen fortgesetzt werden.

Wenn hiernach das gewachsene Korn mit gleichem Vortheil, wie das ungewachsene, durch den Zusatz von Kochsalz verbacken werden kann, so hat das Kochsalz noch weitere sehr beachtenswerthe Eigenschaften bei dem Brodbacken, indem, abgesehen davon, daß zur vollständigen Verdauung der im Brod enthaltenen Proteinstoffe Salz nöthig ist, dieses auch die Schimmelbildung verhindert. Es ist durch die Versuche von Herrn Dr. Lehmann erwiesen, daß selbst nach Monaten sich noch kein Schimmel bei dem mit Salz gebackenen Brode einstellt, während solcher, wo der Zusatz von Kochsalz unterbleibt, oft schon nach wenigen Tagen sich einstellt.

Endlich aber bäckt sich das Mehl ungleich weißer bei einem Zusatz von Salz; es haben dieses nicht allein die vom Herrn Dr. Lehmann bereits vor 2 Jahren angestellten Versuche bewiesen, sondern es ist auch erst vor kurzem durch Mège-Mouriès hierauf öffentlich hingewiesen worden.

Ganz abgesehen von der besondern Wichtigkeit des Kochsalzzusatzes für das Verbacken von Mehl aus ausgewachsenem Roggen, würde es überhaupt wünschenswerth sein, wenn sich auch unser Publicum der in Süddeutschland bekanntlich allgemein eingeführten Sitte, gesalzenes Brod zu genießen, dafür aber die nicht zu längerer Aufbewahrung bestimmte Butter nicht zu salzen, anschließen wollte. Denn außer den allgemein günstigen diätetischen Wirkungen solcher Sitte würde man dann in Jahren, wo das Getreide stark auswächst, nicht die besondere Schwierigkeit der Gewöhnung der Consumenten an den Genuß gesalzenen Brodes zu überwinden haben. Die secundäre Wirkung der Abschaffung der mit dem Verkaufe gesalzener Butter verbundenen Mißbräuche würde ebenfalls keine ungünstige sein.

Allen, welche sich für die wichtige Aufgabe zweckmäßiger Volksernährung interessiren, sind diese Sätze lebhaft an's Herz zu legen. Zunächst aber handelt es sich darum, der Verbackung des Mehls aus ausgewachsenem Roggen mit Hülfe von Salzzusatz rasch und allgemein Eingang zu verschaffen.

(Dresdener Journal.)

## Zum 42. Brief.

Bei dem kurz dauernden Bau, bei der Anpflanzung einer Grasart, oder weniger Arten vereinigt, kommt wesentlich die Natur der Grasart in Betracht, bei der Grasnarbe nicht. Gleich wie die einzeln stehenden Buchen einen weiten Raum überdecken, nahe dem Boden ihre reich belaubten Aeste ausbreitend, während dieselben im geschlossenen Stande säulengleich anstreben, nahe an einander gerückt, sich nur am Gipfel mit Aesten und Laub bekleiden, so schmiegt sich in der Narbe der natürlichen Wiesen Pflanze neben Pflanze, ihren Bau verändernd, indem sie sich der Nothwendigkeit fügt.

Grasarten, die dies im geringeren Maße thun, wie das Honiggras (Holcus lanatus, *L.*), sind um deswillen schlechtere Wiesenpflanzen, während andere, sonst grobbuschige, wie Knaulgras (Dactylis glomerata, *L.*) und selbst die Rasenschmiele (Aira caespitosa, *L.*), nur bei schlechter Narbe große Einzelnrasen bilden.

Im Frühjahr 1857 untersuchte ich ein Stück ganz neugebildeten Rasens, der höchst fein und dicht war, von dem Vorlande eines der Entwässerung einer größeren Wiesenfläche dienenden Grabens; es fanden sich auf 11,85 Quadratzoll hess. 265 Gräser, zu gleicher Zeit zählte ein der Wässerungswiese entnommener älterer Rasen auf 14,4 Quadratzoll 210 Gräser, 12 andere Pflanzen, ein anderes Stück von 13,2 Quadratzoll 150 Gräser, 25 andere Pflanzen.

Schon diese hohen Zahlen gaben mir Gewißheit, meine Annahme, daß nur ein kleinerer Theil des Bestandes sich in einem Jahre vollständig entwickle, daß ein Wechsel der Pflanzen statthabe nach den veränderten Einflüssen der Atmosphäre und des Bodens, sei richtig, wie dies Thaer als von Anderen beobachtet angiebt, und Schwerz, wie es scheint, ebenfalls erkannt hat.

Es ist bekannt, daß viele Pflanzen, wenn eine Bedingung aufhört, die zu ihrer vollkommenen Entwickelung dient, wie z. B. wenn der Schatten des heranwachsenden Waldes zu stark oder eine zu starke Lichtung das Gedeihen einer oder mehrerer Pflanzen hindert, Jahre lang sich erhalten durch Fortbildung des Wurzelstockes, in einer niederen Stufe des Wachsthums gleichsam harrend, bis wieder günstigere Verhältnisse eintreten.

So bekleidet sich der Boden abgehackter Waldstellen sogleich mit Gewächsen, von denen viele mehrjährig, wie die Himbeere, nicht aus Samen habe erwachsen können. Ich habe nachgewiesen, daß dies Verhältniß ein sehr verbreitetes ist, und nicht allein da statt hat, wo so wesentliche Störungen eintreten, daß es insbesondere für die Gräser gilt und von größter Bedeutung für den Wiesenbau ist.

Jedermann weiß, daß Asche die Kleepflanzen (welche wie die Gräser nicht im ersten Jahre zur Blüthe kommen) hervorruft, ebenso, daß nach Düngung sich auf der Wiese andere Grasarten zeigen. Ich beobachtete das fast ausschließliche Erscheinen einer Grasart, französisches Raygras

(Arrhenaterum avenaceum), nach Düngung mit sogenanntem sauren phosphorsauren Kalke, welches auf dem gedüngten Stücke Halm an Halm erschien, während auf dem nicht gedüngten Theile kaum einzelne Halme sich zeigten.

Ich habe nun den Bestand der Wiesen zur Zeit der Entwickelung der Halme untersucht. Es wurden Rasenstücke sorgfältig ausgestochen, gemessen, unter Wasser von der Erde befreit, wodurch man einen dichten Filz in einander verworrener Wurzeln erhielt, und die Individuen gezählt.

Es fanden sich nun auf 1 Quadrat=Fuß hess.

1) Wässerungswiese bei Zerby: trockene Stelle, vorherrschend: Bromus mollis L. et Arrhenaterum avenaceum P. B. — Verwendetes Stück 22 Q.=Zoll — 472 Pfl.; in Halmen 36.

2) Wässerungswiese ebendort: nasse Stelle, vorherrschend: Glyceria fluitans. — Verwendetes Stück 20 Q.=Z. — 1230 Pfl., in Halmen 20.

3. Trockene, nicht bewässerte Wiese bei Fehlheim: mit Compost gedüngt; vorw. Agrostis alba et vulgaris. — Verwendetes Stück 56 Q.=Z. — 668, darunter 601 Gräser, 67 andere Pfl., in Halmen 66.

Die Nichtgräser waren: Lysimachia nummularia, Bellis perennis L., Veronica chamaedris, Ranunculus, Rumex.

4. Wässerungswiese bei Fehlheim: etwas vermoost. Vorwaltend: Poa trivialis, Festuca pratensis, Avena flavescens, Festuca rubra, Agrostis vulgaris. — Verwendetes Stück 55,25 Q.=Z. — 730, darunter 584 Gräser, 182 andere Pfl., in Halmen 125.

Die Nichtgräser: Plantago, Daucus, Veronica, Rumex, Ranunculus, Chrysanthemum, Trifolium repens, Lathyrus.

5) Wiese bei Balsbach im Odenwald (gezählt von Peter Krenz daselbst). — Vorw. Agrostis stolonifera und Anthoxanthum odoratum. — Verwendetes Stück 1 Q.=Fuß. — 1176 Pfl., — 1070 Gräser, 56 Klee, 80 andere Pfl., in Halmen waren entw. 38.

6. Wiese bei Balsbach im hess. Odenwald, gezählt von Peter Krenz das. Vorw.: Lolium perenne, Festuca pratensis, Dactylis glomerata. — Verwendetes Stück 1 Q.=Fuß. — 790 Pfl., 710 Gräser, 80 Nichtgräser (vor der 2. Schur ohne Halme).

7. Wiese bei Balsbach im hess. Odenwald, gezählt von Peter Krenz das. Vorw.: Festuca rubra, Agrostis stolonifera, Anthoxanthum odoratum, Cynosurus cristatus. — Verwendetes Stück 1 Q.=Fuß — 920 Pfl., 800 Gräser, 120 Nichtgräser, in Halmen 14.

Zu Nr. 5, 6, 7 wurde je ein ganzer Quadratfuß genommen, was sehr anerkennenswerth für die höchst mühsame Arbeit ist; der Untersuchende sagt: „wir haben die einzelnen Pflänzchen sorgfältig getrennt, und damit wir nicht irrten, dieselben zehnstückweise, nachher aus zehn Häufchen ein solches von hundert gelegt.“

8. Nichtbewässerte Wiese im Pfarrgarten von Hohenstein: unbewässert, bemoost, mit ziemlich trockenem Boden, gezählt vom Pfarrer Snell das. Vorw. Alopecurus, Dactylis, Arrhenaterum avenaceum. — Verwendetes Stück 9 Q.=Zoll, auf 1 Q.=Fuß nassauisch 1040 Pfl., 832 Gräser, 80 Klee, 128 andere Pfl., in Halmen 208.

Die Nichtgräser waren: Plantago, Leontodon, Veronica, Lysimachia nummularia.

9. Trockene ungedüngte Wiese bei Fehlheim: verunkrautet, gezählt von dem Verf. — Größe des verwendeten Stückes 60 Q.-Zoll, auf 1 Q.-Fuß hess. 379 Pfl., 276 Gräser, 103 andere Pfl., in Halmen 0.

Die Nichtgräser waren: Plantago, Prunella vulgaris, Bellis, Ranunculus, Hieracium, Veronica, Carex.

Sinclair fand auf 1 engl. Q.-Fuß, etwa $1\frac{1}{2}$ so groß als ein hessischer:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Reichste natürliche Weide Endsleigh | 1000 Pfl., | 940 Gräser, | 60 Klee u. and. Pfl. |
| Reiche alte Weide Croftchurch . . | 1090 „ | 1032 „ | 58 „ „ „ „ |
| Alte Weide Wobarn . . . . . . | 910 „ | 880 „ | 30 „ „ „ „ |
| Alte Weide Wobarn, Boden feucht, Oberfläche vermoost . . . . . | 634 „ | 510 „ | 124 „ „ „ „ |
| Bewässerte Wiese . . . . . . . | 1798 „ | 1702 „ | 96 „ „ „ „ |

Stellen wir die Zahlen, die von mir aufgeführt werden, neben die reducirten Sinclair'schen, so ergiebt sich

| Hanstein | Sinclair |
|---|---|
| 1230 | 1200 |
| 1176 | — |
| 920 | — |
| 790 | 726 |
| 730 | — |
| 668 | 666 |
| 472 | 606 |
| 379 | 423 |

eine so vollständige Uebereinstimmung, als nur zu erwarten war.

Diese Verhältnisse haben eine weitgehende Bedeutung, sie erklären die Sicherheit des Ertrages und die Dauer der natürlichen Wiesen, sie sind es, „welche die Narbe, die in der gemäßigten Zone weder Hitze noch Kälte zerstören können, gleichend einer immer gedeckten Tafel" bedingen.

Die große Anzahl von Pflanzen, welche sich auf einer niederen Stufe der Entwickelung befindet, harrt gleichsam im Schlafe, bis die Zeit ihrer vollkommenen Entwickelung erscheint; die anspruchsvollere Pflanzenart wird dann vertreten durch eine anspruchslosere, so lange, bis für jene die Bedingungen des vollkommenen Wachsthums wiedergekehrt sind.

H. Hanstein in Zeitschr. f. d. Landw., IX. Jahrg., S. 270.



Gedruckt bei ... in Leipzig.